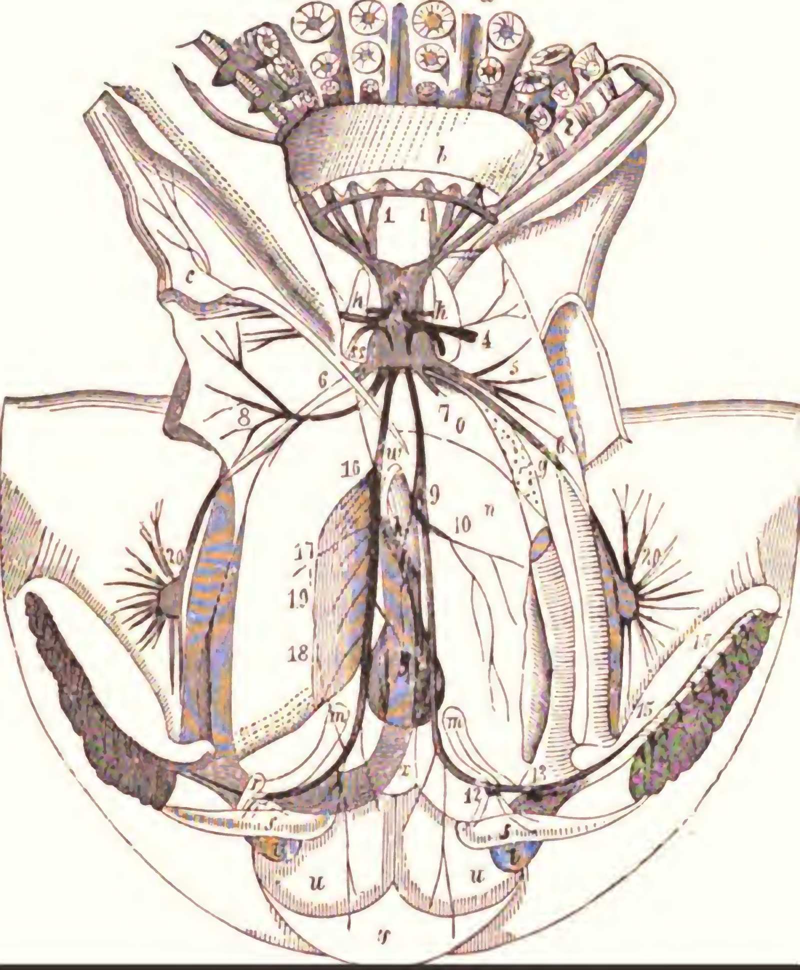


Leerboek van de grondbeginselen der ...

Pieter Harting

BIJZONDERE DIERKUNDE.

MORPHOLOGIE

DER

ONGEWERVELDE DIEREN.

III.

LEERBOEK
VAN DE GRONDBEGINSELEN

DER

DIERKUNDE

IN HAREN GEHEELEN OMVANG,

DOOR

P. HARTING,
Hoogleeraar aan de Utrechtsche Hoogeschool.

DERDE DEEL.

ONGEWERVELDE DIEREN.

TWEEDE AFDEELING.

MORPHOLOGIE.

Met talrijke houtsneê-figuren.

TIEL,
H. C. A. CAMPAGNE.
1871.

LEERBOEK

DER

VERGELIJKENDE ONTLEEDKUNDE

DOOR

P. HARTING,

HOOGLEERAAR AAN DE UTRECHTSCHE HOOGESCHOOL.

Met talrijke houtsneê-figuren.

EERSTE DEEL.

MORPHOLOGIE

DER

ONGEWERVELDE DIEREN.

TIEL,
H. C. A. CAMPAGNE.
1871.

Druk van P. W. v. d. Weijer, Utrecht.

INLEIDING.

1. Reeds de oppervlakkigste beschouwing doet de organische wezens kennen als zamengesteld uit een kleiner of grooter getal van deelen, die elk hunne bijzondere levensverrigting hebben. Dringt die beschouwing dieper door, wordt zij tot anatomisch onderzoek, dan leert dit alras dat die deelen, die *werktuigen* of *organen*, zelve op hunne beurt zijn zamengesteld uit kleinere deelen, welke zich van elkander door hun maaksel onderscheiden. Deze zamenstellende bestanddeelen der organen noemt men *weefsels*. Eenige dier weefsels zijn het uitsluitend eigendom van het orgaan, waarin zij voorkomen, andere treden op in verschillende organen, zij het ook telkens onder eenigzins gewijzigde vormen.

Gaat men op den weg van het onderzoek nog verder voort, en neemt men daarbij ook het mikroskoop te hulp, dan bespeurt men dat de weefsels zelve wederom uit kleinere deelen bestaan, waaraan men in vele gevallen nog duidelijk de gedaante van *cellen* onderkennen kan, d. i. van kleine vliezige blaasjes, met eenen inhoud en eene kern. Ook daar waar deze in de geheel volvormde weefsels niet meer herkend kunnen worden, leert het onderzoek gedurende jeugdigere toestanden dat daarin werkelijk zulke cellen aanwezig waren, maar dat deze, gedurende de ontwikkeling, meer of minder belangrijke veranderingen hebben ondergaan, terwijl zich bovendien in den omtrek

der cellen, in grootere of geringere hoeveelheid, zelfstandigheden afscheiden, die als **tusschen- of buiten-celzelfstandigheden** worden onderscheiden, en die mede deelnemen aan de zamenstelling der weefsels en der organen.

Zoo steeds dieper en dieper doordringende, was de wetenschap tot voor weinige jaren gekomen tot op het standpunt, waarop de cel als het grondorgaan van elk levend wezen werd erkend. Zij heeft thans nog een stap verder gedaan. Het is namelijk gebleken, dat niet de cel in haar geheel, maar dat haar half vloeibare inhoud de eigenlijke zetel der levenswerkzaamheid is, en dat die inhoud, welke reeds vroeger den naam van *protoplasma* had ontvangen, ook op zich zelf bestaan kan, zonder door een vlies omhuld te zijn. Waar zulk een omhullend vlies of celwand voorkomt, is dit integendeel steeds eene secundaire vorming, die beschouwd kan worden hetzij als eene verharding der buitenste, het protoplasma-klompje begrenzende laag, of als voortgebragt door de afscheiding eener vaste, en in het omgevende vocht onoplosbare zelfstandigheid aan de oppervlakte daarvan. Men zoude derhalve den celwand het passive, den celinhoud of het protoplasma het active deel der cel kunnen noemen. Het is duidelijk dat hiermede de celwand een groot gedeelte van de beteekenis verloren heeft, die men daaraan vroeger toekende, terwijl tevens de hierop ten deele steunende cellen-theorie eene niet onbelangrijke wijziging heeft moeten ondergaan. De benaming van cel wordt thans dikwijls in eenen ruimeren zin gebruikt dan in de oorspronkelijke beteekenis van dit woord ligt opgesloten. Elk protoplasmaklompje, dat een kern bevat, is een naakte of zoogenaamde wandlooze cel. Er komen echter ook protoplasma-klompjes voor, die geen kern bevatten; de zoodanige kan men met HAECKEL **cytoden** noemen, terwijl dan cellen en cytoden te zamen, als zijnde de vormende elementen van alle dierlijke weefsels en organen, den gemeenschappelijken naam van **plastiden** kunnen ontvangen.

Nieuwe cellen en cytoden ontstaan door verdeeling van reeds bestaande. Tegenover die verdeeling staat echter ook eene vereeniging, eene zamenvloeijing als het ware, van vroeger gescheiden protoplasma-klompjes, — hetzij wandlooze cellen of cytoden, — tot een enkel ligchaam, dat men dan plasmodium noemt. Dikwijls verkondigt de aanwezigheid van een zeker getal kernen nog de werkelijke zamengesteldheid uit cellen, die zelve door geene grenzen gescheiden zijn.

Na dit te hebben laten voorafgaan, zullen wij thans de zelfstandigheid, die men protoplasma noemt, nog van iets naderbij beschouwen.

2. Het *protoplasma* (v. MOHL), ook wel *cytoplasma* (KÖLLIKER), *bioplasma* (BEALE) of eenvoudig *plasma* geheeten, is steeds eene zeer weeke, oogenschijnlijk structuurlooze zelfstandigheid, grootendeels bestaande uit eene eiwitachtige stof, die doorschijnend is, met daarin verspreide zeer kleine korreltjes of moleculen. Even als andere eiwitstoffen, behoort het tot de colloiden, derhalve tot de zelfstandigheden, waarin de kleinste deeltjes niet op bepaalde wijze aaneen gevoegd zijn maar zich gemakkelijk verplaatsen kunnen, terwijl bovendien in den levenswerkzamen toestand het grootste gedeelte van het volumen uit water bestaat. Dit water kan door uitdrooging verdwijnen, zonder dat daarom het protoplasma noodzakelijk zijne geschiktheid om als levende stof op te treden verliest. In water gebragt wordt dit er wederom gemakkelijk door opgeslorpt, en in vele gevallen keert het protoplasma dan weder tot den vroegeren levenden toestand terug. De eigenlijke zetel van de levenswerkzaamheid van het protoplasma zijn derhalve de deels daarin opgeloste deels daarin verstrooide vaste stoffen, maar die levenswerkzaamheid vordert, om zich te uiten, de tegenwoordigheid van water.

Wanneer men het protoplasma eene structuurlooze zelfstandigheid noemt, dan beteekent dit echter geenszins dat het geenerlei structuur bezit, nog veel minder dat het protoplasma

van alle dieren en van alle organen oorspronkelijk gelijk zoude zijn. Inderdaad beteekent structuurloos hier niet anders dan dat men met onze tegenwoordige middelen van waarneming daarin geene structuur ontdekken kan. De onderlinge gelijkheid is derhalve eene negatieve. Dat werkelijk het protoplasma in elk dier en in elk orgaan verschilt, leert de daarin plaats grijpende vorming van deelen, die voor elk dier en orgaan verschillende en daaraan eigendommelijk zijn, terwijl bovendien de geheele ontwikkelingsgeschiedenis daarvoor de bewijzen levert.

Eenige verschillen laten zich echter reeds nu aanwijzen.

Een eerste verschil bestaat in den graad van weekheid. Wel is waar is het protoplasma in het algemeen eene taaije, slijmige, half vloeibare zelfstandigheid, maar toch blijkt het, bij drukking, dat het daaraan ongelijken weerstand biedt en dat daarmede de graad van vloeibaarheid gelijken tred houdt Dikwijls bestaat ook het buitenste laagje uit eene iets vastere zelfstandigheid dan het inwendige, zonder dat zich tusschen beiden een bepaalde grens laat aanwijzen.

Een tweede verschil is de meerdere of mindere doorschijnendheid. Deze hangt af van de aanwezigheid van een grooter of kleiner getal van kleine moleculen, hetzij deeltjes die uit eene eiwitachtige stof bestaan of vetbolletjes. Vooral waar laatstgenoemden in groot aantal optreden, neemt de doorschijnendheid van het protoplasma meer en meer af.

Hieraan sluit zich een derde verschil, namelijk dat in kleur. Zeer dikwijls is het protoplasma volkomen kleurloos, maar toch ontbreekt het ook niet aan gevallen, waarin het verschillende kleuren, geel, rood, blaauw, groen, bruin enz vertoont, die hetzij gelijkmatig verdeeld en aan de halfvloeibare stof zelve eigen zijn of als afzonderlijke pigmentmoleculen daarin verstrooid liggen.

Een vierde verschil is de meerdere of mindere geschiktheid om verschillende vormen aan te nemen, ten gevolge van een in het protoplasma zelve zetelend vermogen, waarvan zich de

nadere oorzaak niet laat aangeven, maar dat men in het algemeen als **contractiliteit**, **zamentrekbaarheid** aanduidt. Het contractile protoplasma van vele op zeer lagen trap van organisatie staande dieren is sedert lang met den naam van **sarcode** bestempeld. Of deze contractiliteit eene eigenschap van alle protoplasma zonder uitzondering is, gelijk sommigen willen, en of derhalve protoplasma en sarcode synoniemen zijn, meenen wij echter voor het oogenblik nog in het midden te moeten laten. De waarheid is dat zij in vele gevallen, onder zekere begunstigende omstandigheden, ook daar wordt waargenomen, waar zij onder andere omstandigheden niet voorkomt. Toch is het voorbarig reeds nu haar als eene volstrekt algemeene eigenschap te beschouwen.

Ook in de wijze van vormverandering openbaren zich verschillen, die, althans ten deele, als het gevolg moeten beschouwd worden van den verschillenden graad van weekheid van het protoplasma. Dan eens zijn die vormveranderingen gering en bepalen zich tot het ontstaan van korte, stompe uitsteeksels, die na eenigen tijd weder verdwijnen, terwijl andere dergelijke op een ander punt te voorschijn treden; dan weder vormen zich lange, dunne verlengsels die zelve zich wederom vertakken en soms met dergelijke verlengsels van naburige protoplasma-klompjes zamensmelten en zoo een net vormen.

Van die vormveranderingen der protoplasma-klompjes of naakte cellen kan ook eene plaatsbeweging het gevolg zijn.

Aan deze tijdelijk zich vormende maar weder verdwijnende verlengselen van het protoplasma sluiten zich andere die blijvend zijn, namelijk de **trilhaartjes** en **trilzoompjes**, welke hetzij aan de geheele oppervlakte of op bepaalde plaatsen te voorschijn treden, en welker snel op elkander volgende contractien in gelijke rigting de oorzaak der trilbeweging zijn, waardoor eene regelmatige strooming in het omgevende vocht wordt te weeg gebragt, die, wanneer het ligchaampje, dat met deze trilhaartjes of trilzoompjes bezet is, slechts gering

van omvang is, tevens ten gevolge heeft dat dit zelf voortbewogen wordt.

Deze in zeer vele gevallen optredende vorming van trilhaartjes en trilzoompjes aan de buitenste, iets vastere laag van het protoplasma moet reeds als eene differentieering van dit laatste in een meer en in een minder of niet contractiel gedeelte worden beschouwd. Eene dergelijke differentieering vertoont zich in andere gevallen nog op eene andere wijze, namelijk bij sommige Infusorien en in den steel der Vorticellen, waar een deel van het protoplasma de gedaante van contractile banden of vezelen heeft aangenomen.

Behalve door deze vormveranderingen en daarmede gepaard gaande bewegingen, openbaart zich de levenswerkzaamheid van het protoplasma ook door daarin plaats grijpende inwendige veranderingen, die almede eene voor het oog waarneembare differentieering ten gevolge hebben. Daartoe behoort het ontstaan van zoogenaamde v a c u o l e n. Deze zijn meestal kleine bol- of eironde holten te midden van het korrelige protoplasma, welke met een helder vocht gevuld zijn, dat zich soms ook door zijne kleur van de omgeving onderscheidt. Deze vorming van vacuolen kan echter ook eene grootere uitbreiding erlangen, en dan vertoonen zij zich als heldere ruimten die door korrelige protoplasma-strengen gescheiden zijn.

Ook de kernen en kernligchaampjes moeten als oorspronkelijk uit het protoplasma ontstaan worden beschouwd, door een soort van verdigting, waarbij het protoplasma, dat tot kern zal worden, eene grootere vastheid erlangt. Eenmaal aanwezig zijnde, is echter de kern dikwijls het middelpunt der levenswerkzaamheid van het protoplasma, en wanneer de cellen zich door verdeeling vermenigvuldigen, vangt die verdeeling meestal bij de kern aan. Ook ontbreekt het niet aan gevallen, waarin alleen eene vermenigvuldiging der kernen door verdeeling plaats grijpt, zonder dat daarmede de verdeeling van het omgevende protoplasma gelijken tred houdt. Hiertegenover staan de trou-

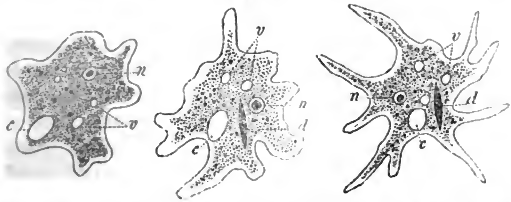
wens zeldzamere gevallen, waarin hetzij nimmer een kern ontstaat of deze, reeds aanwezig zijnde, wederom verdwijnt, alvorens de verdeeling van het protoplasma aanvangt.

De voeding van het protoplasma geschiedt door het daarin binnendringen van de zich in het omgevende vocht bevindende voedingstof. Gewoonlijk is deze in opgelosten of althans hoogst fijn verdeelden toestand. Echter kunnen ook grootere ligchaampjes daarin doordringen en, indien zij voedende stoffen bevatten, deze aan het protoplasma afstaan. Er heeft derhalve daarin een soort van assimilatie- of verteringsproces plaats, dat voorzeker met scheikundige omzettingen gepaard gaat.

Van die scheikundige omzettingen leveren ook de veranderingen het bewijs, die men allengs in het protoplasma ziet optreden: het toenemen of verminderen der kleine moleculen, het verschijnen van vacuolen, van vetbolletjes, van pigmenten; soms ook van kalk- en kiezelligchaampjes. Met één woord: het protoplasma is de eigenlijke zetel der levenswerkzaamheid, het beginpunt vanwaar alle levensverschijnselen uitgaan, en in zekeren zin zoude men de geheele physiologie, anatomie en ontwikkelingsgeschiedenis, de geschiedenis van het protoplasma kunnen noemen.

3. Er zijn dieren die hun leven lang geheel of grootendeels uit protoplasma bestaan. Bij eenigen, gelijk *Protamoeba*, *Pro-*

Fig. 1.



Amoeba radiosa, hetzelfde voorwerp in drie verschillende vormen. Bij 150-malige vergrooting. *n* kern; *c* contractile blaas; *v* vacuolen; *d* opgenomen *Navicula*.

tomonas, *Protomyxa*, schijnt zich zelfs geen kern te vormen. Zij planten zich althans in den kernloozen toestand door verdeeling voort (HAECKEL). Ook het protoplasma der Foraminiferen is kernloos, ofschoon de zich daarbinnen vormende kiemen, die tot nieuwe individu's worden, op een dergelijk verdigtingsproces wijzen als hetwelk aan het ontstaan van kernen ten grondslag ligt. Andere, mede uit louter sarcode of zamentrekbaar protoplasma bestaande wezens, gelijk *Amoeba* (fig. 1 vor. bl.), *Actinophrys* e. a., bevatten een kern en zijn als zich vrij bewegende, wandlooze cellen te beschouwen.

In het algemeen kan men zeggen, dat wát voor zulke op den laagsten trap van bewerktuiging staande wezens een blijvende toestand is, waarboven zij zich niet door verdere differentieering verheffen, voor alle andere, hoogere dieren de begintoestand is.

Met uitzondering van die gevallen, waarin de vermenigvuldiging geschiedt door verdeeling van een bestaand individu, dat reeds eenen zekeren trap van ontwikkeling heeft bereikt, begint de vorming van elk nieuw individu door de afscheiding van een protoplasma-klompje van het moederlijk organisme, dat dan vervolgens hetzij daarbuiten of daarbinnen tot verdere ontwikkeling komt. Door verdeeling van dit protoplasma-klompje, — gewoonlijk eidojer, meer bepaaldelijk vormingsdojer genoemd, — ontstaan op hunne beurt wederom de eerste beginsels der verschillende organen, welker verdere differentieering nu in de reeks der dieren allerlei trappen doorloopen kan

4. Niet in alle maar toch in vele gevallen volgt op den naakten, wandloozen toestand van het protoplasma een ingehulde toestand, d. i. zijne oppervlakte wordt begrensd door een vlies. Geschiedt dit bij vrij levende wezens, die geheel uit sarcode of protoplasma bestaan, zoo als b. v. *Amoeba*, *Actinophrys* enz., dan noemt men het e n k y s t e e r i n g of vorming eener *cuticula;* omgeven zich kernhoudende protoplasma-klompjes, met

andere woorden wandlooze cellen, die deel van een orgaan of weefsel uitmaken, met een dergelijk hulsel, dan noemt men dit celwand.

De vorming van dit hulsel is eene physische en chemische metamorphose van het buitenste protoplasma-laagje, dat van uit den weeken, half vloeibaren, activen toestand, in den meer zamenhangenden, vasteren, maar tevens meer passiven toestand van een vlies overgaat. Intusschen laten zich niet altijd tusschen beide toestanden scherpe grenzen trekken. Dikwijls, wel is waar, is een celwand duidelijk onderscheidbaar aan zijn verschillend lichtbrekend vermogen en ook aan zijn grooteren wederstand aan physische invloeden en chemische reagentien, maar niet zelden is zulk een wand niet of moeijelijk herkenbaar, in weerwil dat scherpe begrenzing en andere omstandigheden er op duiden, dat het buitenste laagje van het protoplasma vaster is dan het inwendige gedeelte.

Ook in den graad van vastheid of stijfheid van den celwand komen allerlei trappen voor, die geenszins altijd gelijken tred houden met de meerdere of mindere dikte van het vliezige hulsel. Dit zelf kan integendeel, onafhankelijk hiervan, nog in meerderen of minderen graad bewegelijk, rekbaar en daardoor voor vormverandering geschikt zijn.

Evenzoo bestaan er verschillen ten aanzien zijner scheikundige eigenschappen, in zooverre namelijk zijn weerstand biedend vermogen aan zuren en bijtende alkalien dan eens grooter dan weder geringer is.

Wanneer men den celwand als het vast geworden buitenste protoplasma-laagje beschouwt, dan kunnen daarmede nog andere producten van de levenswerkzaamheid van het protoplasma worden vergeleken, die niet als van alle zijden gesloten hulsels van enkele cellen optreden, maar zich op meer gedeeltelijke wijze vormen, d. i. indiervoege dat, terwijl het eene gedeelte van het protoplasma aan zijne oppervlakte vast wordt, dit op andere punten week en naakt blijft. Als voorbeelden daarvan kan

men *Lieberkühnia*, *Arcella*, *Gromia* en andere van een vliezige schaal voorziene Rhizopoden noemen. De kalkschaal der Foraminiferen, al of niet van talrijke porien voorzien, is ook daarmede vergelijkbaar. Evenzoo kunnen de cuticula der Infusorien en die aan de oppervlakte van vele Sponsen als zulke plaatselijke vormingen beschouwd worden. Daaraan sluiten zich dan de zoogenaamde hoornvezelen van de Ceratospongien, die als het ware slechts eenzijdige uitgroeijingen van zich verhardend protoplasma zijn, waarvan het overige in den weeken, hulselloozen toestand blijft. Op eene dergelijke wijze kan ook de vorming der zoogenaamde elastische vezelen worden verklaard. Nog eene lange reeks van andere vormingen hetzij aan de buitenvlakte van vele dierlijke wezens, of aan de binnenvlakte van vele organen, en die men met den algemeenen naam van chitine-vormingen bestempelt, kan almede als het resultaat van een dergelijk proces als de celwandvorming is worden beschouwd. Aan al die vormingen ligt hetzelfde verschijnsel ten grondslag, namelijk: geheele of gedeeltelijke vastwording van de oppervlakkige protoplasma-laag, hetzij van een enkele cel of van meerdere nevens elkander gelegene, die dan nog hetzij van elkander afgezonderd of tot een plasmodium zamengesmolten kunnen zijn, waarvan men de werkelijke zamengesteldheid slechts herkent aan de daarin verspreid liggende kernen. Dat ook bij enkele cellen de wand niet altijd een volkomen gesloten vlies is, maar dat daarin kleine openingen kunnen blijven bestaan, leeren de micropylen der eijeren, en niet onwaarschijnlijk is het zelfs dat die openingen of wandporien menigvuldiger zijn dan men gewoonlijk aanneemt 1).

1) Men heeft voor den wand der dierlijke cellen niet zulk een goed kleurmiddel als voor dien der plantencellen de behandeling met jodium en zwavelzuur of chloorzink is, waardoor de fijne porien in den cellulose-wand van jeugdige cellen in zeer vele gevallen als witte stipjes te voorschijn treden. Bij dierlijke cellen wordt door elk bekend middel zoowel de inhoud als de wand gekleurd.

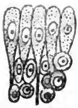
5. De vermenigvuldiging der cellen geschiedt alleen door verdeeling van reeds bestaande. Drie hoofdgevallen komen daarbij voor. Zij grijpt namelijk vooreerst plaats in den wandloozen toestand der cellen; de vermenigvuldiging bestaat dan alleen in eene in- en daarop gevolgde afsnoering der protoplasma-klompjes. Wij zullen deze de plasmogene celvorming noemen. Zij komt bij dierlijke cellen het menigvuldigst voor. In de tweede plaats kan de vermenigvuldiging ook nog geschieden na vorming van den celwand, onder deelneming van dezen aan de in- en afsnoering. Wij noemen deze wijze van celvorming de cytogene. Zij is de meest gewone in plantenweefsels maar wordt ook in dierlijke weefsels aangetroffen. In de derde plaats eindelijk kan alleen de inhoud der cel, met andere woorden het daarin bevatte, door een wand begrensde protoplasma, zich verdeelen, zonder dat de verdeeling zich ook tot dien wand uitstrekt. Deze laatste vermenigvuldigingswijs, die men de endogene noemt, en waarvan men vroeger meende dat zij de meest algemeene was, komt integendeel bij dierlijke cellen slechts bij uitzondering voor.

6. In den jeugdigsten toestand hebben alle dierlijke cellen eene tot den bolvorm naderende gedaante, d. i. de afmetingen in verschillende rigtingen zijn ongeveer onderling gelijk. Ook bij voortgaanden groei kunnen zij die gedaante blijven behouden. Gemeenlijk echter ondergaat deze eene verandering, hetzij omdat de groei in onderscheidene rigtingen eene ongelijkmatige is, of omdat zij elkander wederzijds begrenzen en zich zoo niet geheel vrij in alle rigtingen ontwikkelen kunnen. Zoo ontstaan veelhoekige, tafelvormige, cylindervormige, kegelvormige, spoelvormige, vezelvormige en, — wanneer de uitzetting op verschillende punten te gelijk geschiedt, — stervormige cellen, met van uit een gezamenlijk middelpunt uitgaande stralen, die zelve op hunne beurt zich wederom vertakken kunnen, waardoor dan ten slotte vormen

tot stand komen, die op den eersten blik weinig meer van cellen hebben.

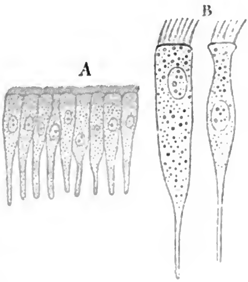
Ook de wijze waarop de cellen onderling tot een geheel, tot een parenchym, verbonden zijn, ondergaat veranderingen, die het gevolg zijn van de rigting waarin de celvermenigvuldiging voornamelijk plaats grijpt, en die voor elk weefsel min of meer eigendommelijk is. Wanneer cellen, digt naast elkander gelegen, in eene of meerdere lagen, een bekleedsel vormen hetzij van de buitenvlakte of van de binnenvlakte van een orgaan, dan noemt men dit een bekleedingvlies of epithelium, en, wanneer aan die cellen trilhaartjes voorkomen, een trilepithelium. Naar gelang van de gedaante der cellen onderscheidt

Fig. 2.



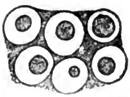
Epithelium van den endeldarm van *Arion rufus*, van ter zijde gezien; bij 300-malige vergrooting.

Fig. 3.



Trilepitheliumcellen uit het blinddarmgedeelte van het darmkanaal van *Arion rufus*. A bij 300-malige, B bij 600-malige vergrooting.

Fig. 4.



Epithelium-cellen van de maag der larve van *Arctia villica*, van de binnenvlakte gezien.

men nog het plaat-epithelium, zamengesteld uit platte, veelhoekige, tafelvormige cellen, het cylinder-epithelium, dat bestaat uit palissadengewijs nevens elkander geplaatste cylindervormige of kegelvormige cellen, enz., doch tusschen deze en andere vormen van epithelien komen allerlei overgangen voor.

Wanneer, zoo als gewoonlijk, een epithelium uit verscheidene cellenlagen is zamengesteld, dan is de meest buitenwaarts gekeerde de oudste, de meest binnenwaarts gekeerde de jongste. In zeer vele gevallen gaat de celvermenigvuldiging in de binnenste lagen gestadig voort, terwijl dan de cellen der buitenste lagen even gestadig worden afgestooten, tenzij deze, door verharding van de wanden der cellen, met elkander in zamenhang blijven, maar zonder verder deel aan de levenswerkzaamheid te nemen. Men noemt dit de verhoorning.

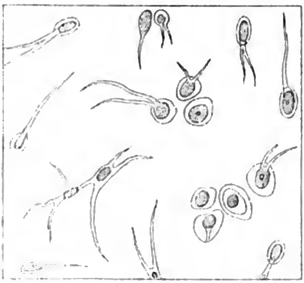
De epithelien spelen in alle levensverrigtingen, die tot de voeding in betrekking staan, een allergewigtigste rol. In hen gaat de vorming van nieuwe cellen nog onophoudelijk voort, nadat deze in andere deelen reeds lang tot staan is gekomen. Zij zijn het voornaamste bestanddeel van alle ware klieren, d. i. van die organen, waarin de afscheiding van zekere stoffen plaats grijpt, welke hetzij eene nuttige bestemming hebben door het bevorderen van de eene of andere levensverrigting, of als voor het organisme schadelijke stoffen moeten worden naar buiten gevoerd.

6. Die afscheiding is het gevolg van de levenswerkzaamheid der cellen. De in het protoplasma opgenomen voedingstoffen worden daarin verwerkt, scheikundig veranderd en omgezet; een gedeelte wordt tot protoplasma voor de nieuwe, door verdeeling zich vormende cellen, een ander gedeelte treedt wederom daaruit naar buiten. Is de naar buiten tredende zelfstandigheid eene vloeistof en blijft zij ook in dien toestand, dan wordt zij gemakkelijk voortbewogen en kan ook geheel naar buiten gevoerd worden. Zij hoopt zich derhalve in dit geval niet op. Is zij daarentegen eene vaste stof, of gaat zij, na uit de cellen getreden te zijn, van zelf in eenen vasten of althans daartoe naderenden toestand over, dan hoopt zij zich op; zij vult dan hetzij de ruimten tusschen de cellen, of, wanneer deze tot eene laag vereenigd blijven, dan vormt de afgescheiden zelfstandigheid

eene eigene laag aan de buitenvlakte der cellenlaag. Dit leidt tot het begrip van hetgeen men gewoon is tusschencellige of intercellulaire en buitencellige of extracellulaire zelfstandigheden te noemen.

In een zekeren zin echter behoort reeds de celwand zelf daartoe, want, ofschoon deze als de tot een vlies verdigte buitenste laag van het protoplasma kan beschouwd worden, gelijk wij het boven gedaan hebben, zoo is toch de vorming dezer oppervlakkige, voor stolling of verharding vatbare laag ongetwijfeld het gevolg van scheikundige omzettingen, die in het binnenste van het protoplasma plaats grijpen, en in zoo verre als eene afscheiding te beschouwen. Hetzelfde geldt derhalve ook van die zelfstandigheden, welker vorming aan de buitenvlakte van protoplasma-klompjes eene meer plaatselijke of gedeeltelijke is (verg. bl 10) en die wel is waar ook met celwandvormingen kunnen vergeleken maar met evenveel regt als tusschen- of buiten celzelfstandigheden kunnen beschouwd worden. De beide begrippen vloeijen hier zamen. Eerst dan wanneer duidelijk onderscheidbare celwanden optreden, die in een physisch en chemisch opzigt verschillen van de bovendien aanwezige tusschen- of buitencelzelfstandigheid, kan er een scherpe grens tusschen beide vormingen getrokken worden. Zeer dikwijls echter, bepaaldelijk in de weefsels der Ongewervelde dieren, is dit niet het geval en liggen wandlooze cellen te midden eener algemeene zelf-

Fig. 5.

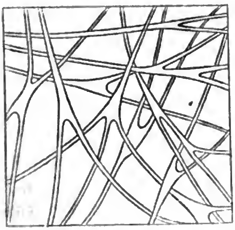


Doorsnede van een gedeelte van het kopkraakbeen van *Sepia officinalis*, bij 300-malige vergrooting.

standigheid, die dan toch als tusschencelzelfstandigheid of, wanneer zij zich slechts laagsgewijs aan de buitenzijde eener cellenlaag bevindt, als buitencelzelfstandigheid kan worden beschouwd.

Het getal der zich zoowel door physische als door chemische kenmerken onderscheidende tusschencelzelfstandigheden is vrij aanmerkelijk. Bovendien kunnen zij door later daarin optredende vormingen nog verschillende veranderingen ondergaan. De twee tusschencelzelfstandigheden, die bij de Gewervelde dieren het algemeenst zijn, namelijk die van het chondrine gevend kraakbeen en van het lijmgevend bindweefsel (verg. Dl. II, 2. p. 21) ontbreken ook bij Ongewervelde dieren niet. Zoo b. v. komt waar kraakbeen voor in het kopskelet en de daarmede zamenhangende deelen der Cephalopoden (fig. 5), alsmede in het tongkraakbeen der Gasteropoden. Dikwerf echter treft men deelen aan, wier weefsel nog wel eenige toenadering vertoont tot dat van waar kraakbeen, in zoo verre dat zij bestaan uit eene doorschijnende of half doorschijnende grondzelfstandigheid, die eenen zekeren graad van hardheid heeft en waarin cellen verstrooid liggen, doch in meerdere of mindere mate daarvan verschilt, hetzij door den aard der tusschencelzelfstandigheid zelve of door de gedaante der daarin liggende cellen. Zoo b. v. worden de stammen der kieuwen van vele Borstelwormen gesteund door een inwendig skelet, welks maaksel dat van kraakbeen herinnert. Ook bij verscheidene Medusen, vooral uit de groep der *Trachymedusae*, verkrijgt het ligchaam eene kraakbeenachtige hardheid, ontstaan door eene grootere vastheid en hardheid der doorschijnende tusschencelzelfstandigheid, die het grootste gedeelte van het dier uitmaakt, doch

Fig. 6.

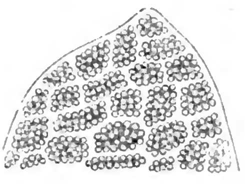


Schermzelfstandigheid van *Aurelia aurita*, bij 300 malige vergrooting.

die bij vele andere soorten merkelijk weeker en geleiachtiger is, terwijl daarin al of niet cellen verstrooid liggen, die straalsgewijze verlengsels hebben (fig. 6 vor. bl.). In nog andere gevallen verwijdert zich de tusschencelzelfstandigheid nog verder van die van het ware kraakbeen, al stemt zij daarmede ook in den graad van vastheid overeen. Zoo die in den mantel der Tunicaten, waar de tusschencelzelfstandigheid cellulose bevat en dikwijls vezelig is.

Ook de weefsels die men met den algemeenen naam van bindweefsel bestempelt, bestaan altijd uit cellen met eene doorgaans ruime hoeveelheid tusschencelzelfstandigheid. Eigenlijk is er, wat de physische geaardheid aanbelangt, geen scherpe grens tusschen deze en de vorige te trekken. Men noemt echter in het algemeen bindweefsel alle oorspronkelijk uit cellen en intercellulaire zelfstandigheid bestaande deelen, die, zonder een eigenlijk werkzaam bestanddeel der organen zelve uit te maken, deze en de hen zamenstellende elementaire deelen verbinden, de tusschenruimten vullen en zoo medewerken om de organen en hunne deelen op hun plaats te houden en te steunen. Dikwijls scheiden de daarin bevatte cellen in haar binnenste vet af, aanvankelijk in kleine droppeltjes of bolletjes, die zich echter grooter wordende door zamenvloeijing vereenigen kunnen. Bindweefsel, waarin talrijke zulke vetvormende cellen voorkomen, ontvangt dan den naam van vetweefsel. Onder de afdeelingen van Ongewervelde dieren, is vooral die der Insekten rijk daaraan (fig. 7).

Fig. 7.



Einde van een lobje van het vetligchaam van de rups van *Arctia villica*.

De tusschencelzelfstandigheid van het bindweefsel biedt overigens nog veel verschil aan. Zij kan zijn eenvoudig geleiachtig, structuurloos, min of meer duidelijk vezelig, en zoo kan men dan ook geleiachtig en vezelig bind-

weefsel onderscheiden, ofschoon beiden door allerlei tusschentrappen in elkander overgaan.

Maar bovendien ondergaat het bindweefsel van vele Ongewervelde dieren ook veranderingen, die min of op meer vergelijkbaar zijn bij de verbeening, welke in het bindweefsel der Gewervelde dieren plaats grijpt (verg. Dl. II, 2, p. 24), in zoo verre namelijk, dat het zich verhardt door daarin afgezette kalkzouten. Doch terwijl het in de beenzelfstandigheid der Gewervelde dieren phosphorzure kalk is, die daarvan de hoofdmassa uitmaakt, en koolzure kalk slechts in geringe hoeveelheid daarin voorhanden is, bestaan daarentegen de verkalkte weefsels der Ongewervelde dieren in den regel grootendeels uit koolzuren kalk en is de phosphorzure kalk slechts in geringe hoeveelheid daarin aanwezig. Echter zijn er ook uitzonderingen op dien regel: zoo b. v. de schalen of het huidskelet der Krabben en Kreeften en vooral de schalen der Brachiopoden, die veel phosphorzuren kalk bevatten. Doorgaans zijn ook met de genoemde zouten nog kleine hoeveelheden van andere verbonden, namelijk fluorcalcium, koolzure en phosphorzure magnesia. Overigens bestaan er vele verschillen in de wijze der verkalking en in het daarvan afhangende maaksel der verkalkte zelfstandigheden. Hetzij deze afzonderlijke ligchaampjes, zoo als de spiculae of zoogenaamde skleriten der Alcyonarien, of een balkweefsel, gelijk in de schalen der Echiniden, of meer zamenhangende en digte lagen, zoo als in de schelpen der Mollusken, vormen, steeds zijn daarin de kalkzouten gebonden aan eene weeke, organische stof, die bij behandeling met zuren achterblijft, ofschoon in zeer ongelijke hoeveelheid.

Eene verkalking van werkelijke cellen, die vroeger door velen aangenomen is, schijnt nergens voor te komen. Waar zulke schijnbare verkalkte cellen bestaan, zijn zij het resultaat der aaneensluiting van oorspronkelijk bolvormige kalkligchaampjes, die door de zamenvoeging of juister door de vorming binnen eene beperkte ruimte veelhoekig zijn geworden.

Buitencelzelfstandigheid onderscheidt zich alleen daarin van tusschencelzelfstandigheid, dat eerstgenoemde zich aan de oppervlakte van het ligchaam of van een orgaan afscheidt. Meer bepaaldelijk is zij het produkt der levenswerkzaamheid der epithelien, hetzij deze het ligchaam of de binnenvlakte der holten van organen bekleeden. Zij kan in allerlei graden van weekheid en hardheid voorkomen, van gemakkelijk vloeibaar af, tot zeer stijf en vast toe. Bij de eerste vorming is zij altijd zeer week, slijmerig of geleiachtig, en in dien toestand kan zij in vele gevallen blijven, doch in andere verhardt zij zich en neemt dan de gedaante van vliezige lagen of platen aan, in vorm beantwoordende aan dien der afscheidende oppervlakte. Gewoonlijk bieden deze een grooten weërstand aan krachtige chemische invloeden, namelijk aan zuren en bijtende alkalien, en men heeft alle dergelijke zelfstandigheden vereenigd onder den algemeenen naam van chitine. Toch kunnen niet alle stoffen, die met dien naam bestempeld worden, — zoo als de bekleedselen der Gelede dieren, welke zich ten deele voortzetten in het darmkanaal en bij de Insekten ook in het tracheënstelsel, alsmede die van vele Wormen, het buitenste bekleedsel van de schelp der Weekdieren, de byssus der Lamellibranchien, de hulsels van vele Bryozoën, die van vele Hydroiden, — als volkomen gelijk worden beschouwd Dat de chitine een mengsel is van twee of meer scheikundig verschillende stoffen in verschillende verhoudingen, blijkt reeds daaruit, dat het gehalte aan stikstof in chitine van onderscheiden oorsprong groote verschillen aanbiedt (Schlossberger). Een dezer stoffen, die trouwens geacht kan worden steeds de aanmerkelijkste hoeveelheid daarvan uit te maken, behoort tot de eiwitachtige zelfstandigheden. Vermoedelijk is daarmede steeds eene stof uit de reeks der zoogenaamde koolhydraten of amyloiden gemengd; van de chitine der Insekten is dit althans met zekerheid gebleken (Peligot, Berthelot).

Ook in den graad van hardheid en vastheid der chitine-achtige zelfstandigheden bestaan nog verschillen, die niet enkel afhan-

gen van de dikte der daaruit bestaande lagen. Gewoonlijk is de chitine, ook in dikke lagen, min of meer buigzaam als hoorn, doch zij kan zich ook verkalken, en dan wordt zij, zelfs in zeer dunne lagen, hard en broos.

Nog moeten wij hier aanstippen dat, ofschoon de chitine als buitencelzelfstandigheid inzonderheid in de afdeeling der Ongewervelde dieren verspreid is, toch ook bij de Gewervelde dieren zelfstandigheden, die met haar in wijze van vorming en scheikundige eigenschappen na overeenkomen, niet geheel ontbreken. Het duidelijkste voorbeeld daarvan levert het zoogenaamde hoornachtige bekleedsel van de spiermaag der graanetende Vogels.

7. Uit het reeds gezegde volgt, dat, door allengsche differentieering uit het oorspronkelijke protoplasma-klompje, waarmede het individueel bestaan van elk dierlijk wezen begint, zeer verschillende weefsels kunnen ontstaan. Elk orgaan heeft zijn eigen weefsel, dat min of meer verschillend is van dat van andere organen. Toch bestaan er ook overeenkomsten tusschen de weefsels, die deelnemen aan de zamenstelling van verschillende organen.

Men kan dan ook de weefsels in twee klassen verdeelen, namelijk in algemeene en bijzondere. Algemeene weefsels, d.i. de zoodanige die in alle of althans zeer vele organen, zij het dan ook onder velerlei wijzigingen, worden aangetroffen, zijn de in de beide vorige paragrafen reeds kortelijk beschrevene, namelijk: 1° de bekleedingweefsels of epithelien, zamengesteld uit weinig veranderde, laagsgewijs aaneengevoegde cellen, die door eenzijdige afscheiding dikwerf lagen van buitencelzelfstandigheid vormen, en 2° de bindweefsels of bindzelfstandigheden, die onderling wel is waar nog zeer uiteenloopen, doch die nimmer uit aaneengevoegde cellen bestaan, maar vooral uit eene ruime hoeveelheid tusschencelzelfstandigheid van trouwens nog zeer verschillende geaardheid.

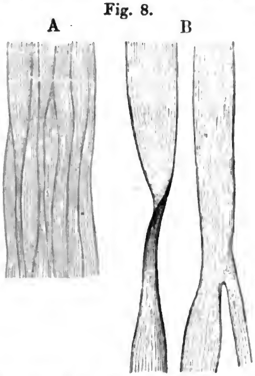
Sommige organen nu, vooral die welke meer bepaaldelijk tot

het vegetatieve leven behooren, zijn alleen of grootendeels uit deze beide klassen van weefsels zamengesteld. Het bindweefsel is dan het steunende, vormgevende, terwijl het epithelium, dat uit- en inwendige oppervlakten bekleedt en zich gestadig vernieuwt, het voornamelijk werkzame deel van het orgaan is.

Als bijzondere weefsels kan men vooral de zoodanige onderscheiden, welke deelnemen aan de zamenstelling van die organen, waarin het eigenlijke dierlijk leven huisvest, namelijk het spierweefsel en het zenuwweefsel.

8. Reeds boven (bl. 4) hebben wij gezien, dat het cellenprotoplasma dikwijls contractiel is. Spieren en spierlagen nu zijn ontstaan uit zulke nevens elkander gelegen contractiele cellen, die gedurende de ontwikkeling in verschillenden graad veranderd zijn. Als doorgaanden regel kan men stellen, dat daarbij de cellen sterker gegroeid zijn in de eene rigting dan in de andere, en wel in die rigting waarin ook de contractie der spier geschiedt. Die verlenging in ééne bepaalde rigting doet de spiercellen de gedaante van vezelen aannemen, welke meestal cylindrisch of stomp veelhoekig op de doorsnede zijn. Niet zelden echter zijn zij ook min of meer bandvormig (fig. 8). De beide uiteinden der vezels loopen meestal spits toe; somtijds echter verdeelen zij zich in een zeker getal van takken. Overigens bestaan er in de lengte van de vezelen, alsmede in de verhouding van deze tot de breedte nog allerlei graden.

Fig. 8.



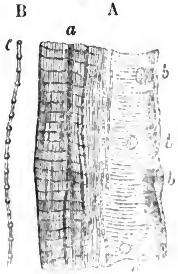
Spiervezelcellen uit den voet van *Anodonta anatina*. A bij 300 malige, B bij 700-malige vergrooting.

Het protoplasma der spiercellen kan zich in verschillende mate differentieeren. Een tamelijk algemeene regel is wederom, dat deze differentieering het geringst is in die spiercellen, welke een deel uitmaken der organen van het vegetatieve leven, derhalve van het spijsverteringskanaal, het bloedvaatstelsel, de ademhalingsorganen, enz., terwijl daarentegen het protoplasma der spiercellen, die de voor de willekeurige beweging dienende spieren zamenstellen, merkelijk grootere veranderingen kan ondergaan. Intusschen is dit geenszins altijd het geval; bij zeer vele dieren uit verschillende afdeelingen bestaat er geen of althans geen zeer in het oog loopend onderscheid tusschen de vezelen van de zoogenaamde organische spieren en die der willekeurige spieren.

Bij de verandering, waardoor het oorspronkelijk structuurlooze protoplasma der spiercellen zich in regelmatig geplaatste deelen scheidt, ontstaan te midden daarvan fijne, overlangs loopende vezelen, die men p r i m i t i e f v e z e l e n noemt (fig. 8). Gaat de verandering verder, dan verdeelt zich elke primitiefvezel in kleine leedjes van gelijke lengte, die onderling door eene tusschenzelfstandigheid verbonden zijn, welke zich, door een verschillend lichtbrekingsvermogen alsmede door eene verschillende verhouding tegenover scheikundige reactieven, van de zelfstandigheid der leedjes of zoogenaamde s p i e r l i g c h a a m p j e s onderscheidt. (Zie fig. 9 B en 11 B, volg. bl.). De leedjes die de gezamelijke primitiefvezelen zamenstellen zijn zoo gelegen, dat zij aan den daardoor gevormden bundel een min of meer duidelijk overdwars, soms zigzagsgewijs gestreept voorkomen geven (fig 9 A bij *a*). Waar deze vorming geheel voltooid is, namelijk bij de Gelede en de Gewervelde dieren (Dl. II, 2, bl. 17), liggen deze ligchaampjes derhalve zeer geregeld op dwarse en overlangsche rijen, en door verbreking van den zamenhang kunnen dan hetzij dwarse plaatjes of de overlangs loopende uit die ligchaampjes zamengestelde vezelen geïsoleerd worden. Vooral bij sommige Insekten is hunne aaneenvoeging zoo geregeld, dat zij ook over-

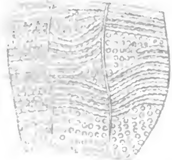
langsche plaatjes zamenstellen, die op de dwarse doorsnede zigtbaar zijn (fig. 10). Daarentegen komen er ook in deze klasse verscheidene gevallen voor, waarin alleen de buitenste lagen van het protoplasma zich volledig in primitiefvezelen veranderd hebben, terwijl het binnenste in den embryonalen toestand is gebleven (fig. 12).

Fig. 9.



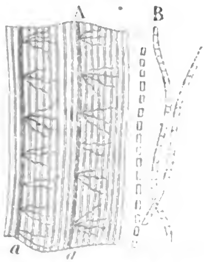
A. Gedeelte van een primitiefbundel uit een schaar van *Homarus vulgaris;* bij 200-malige vergrooting; *a* gedeelte waar de primitiefvezelen nog vereenigd naast elkander gelegen zijn; *b b b* sarcolemma, waaruit de primitiefvezelen verwijderd zijn.
B. Een afzonderlijke primitiefvezel.

Fig. 10.



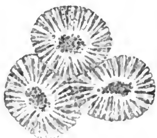
Dwarse doorsnede der borstspieren van *Calliphora vomitoria.*

Fig. 11.



A overlangsche doorsnede der borstspieren van *Calliphora vomitoria*; *a a* plaatsen waar de luchtvaten er in doordringen.
B afgezonderde primitiefvezelen.

Fig. 12.



Dwarse doorsnede van drie primitiefbundels der borstspieren van *Aeshna grandis.*

Eene scherpe scheiding tusschen dwarsgestreepte spiervezelen en gladde spiervezelen kan dan ook niet gemaakt worden, zoo min uit het oogpunt der structuur als uit dat der verrigting. Dat de zoo evengenoemde regel, volgens welke, waar tweederlei

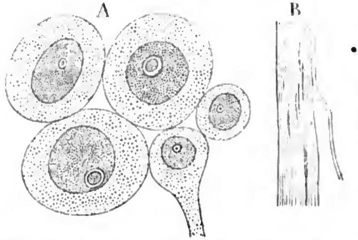
soort van spiervezelen voorkomen, de dwarsgestreepte tot de spieren voor de willekeurige beweging, de gladde tot de spieren der vegetatieve organen behooren, uitzonderingen toelaat, blijkt uit de spiervezelen van het hart der Zoogdieren en Vogels, die dwarsgestreept zijn, terwijl bij de Insekten nagenoeg alle spieren, ook die der voedings- en voorttelingsorganen zulk eene dwarse streping vertoonen. Daarentegen zijn in den regel alle spiercellen van Coelenteraten, Echinodermen, Wormen en Mollusken niet overdwars gestreept, doch ook op dien regel komen uitzonderingen voor, zoo als die van *Sagitta*, der Salpen e. a.

Ten aanzien der wandvorming bieden de spiercellen desgelijks eenige verschillen aan. Meestal omgeeft zich het protoplasma der spiercel bij de uitgroeijing tot een spiervezel met een duidelijken wand, die echter steeds dun en zeer buigzaam blijft. Zoo kan derhalve elke spiercel tot een spiervezel worden, die van de nabijliggende geïsoleerd is. In talrijke andere gevallen echter, inzonderheid in die waarin de differentieering van het protoplasma door het ontstaan der bovengenoemde op rijen gelegen ligchaampjes haren hoogsten trap bereikt, vereenigen zich eenige spiercellen tijdens zij nog in den wandloozen toestand zijn, en dan scheidt zich eerst na die vereeniging een haar gezamelijk omgevende wand of scheede (het sarcolemma) af (fig 9 *bbb*). Zoo ontstaat datgene wat men gewoon is een primiefbundel te noemen.

9. De zamenstellende deelen van het zenuwweefsel zijn zenuwcellen en zenuwvezelen. De eersten bevinden zich vooral in de centraaldeelen of zenuwknoopen, *ganglia*. Vandaar dat zij ook dikwijls gangliencellen worden genoemd. Echter maken ook zenuwcellen steeds een bestanddeel der aan de peripherie gelegen zintuigen uit. De zenuwcellen bestaan uit een slechts weinig gedifferentieerd korrelig protoplasma, met een kern. Zeer dikwijls is geen wand daaraan herkenbaar. Meestal hebben zij een, twee of meer verlengsels. Wanneer er verscheidene

dezer verlengsels zijn (multipolaire zenuwcellen), eindigen eenige daarvan blind, terwijl slechts een zich in een zenuwvezel voortzet (Dl. II, 2, bl. 422). De meeste zenuwcellen echter hebben eene eenvoudige bol- of eivormige gedaante en slechts één verlengsel dat het begin van een zenuwvezel is (unipolaire zenuwcellen). Somtijds gaan van éene cel twee zenuwvezelen in tegengestelde rigtingen uit (bipolaire zenuwcellen). In zulk een geval is de zenuwcel als het ware eene plaatselijke aanzwelling van de zenuwvezel.

Fig. 13.



A zenuwcellen uit de onderslokdarmszenuwknoopen van *Arion rufus*.
B zenuwvezelen.

De zenuwen, die het verband daarstellen tusschen de centraaldeelen eenerzijds en de peripherische eindtoestellen (zintuigen en spieren) anderzijds, bestaan uit zeer teedere, overlangs loopende vezelen, die bij vele Ongewervelde dieren slechts als eene eenvoudige overlangsche streping herkenbaar zijn. In sommige gevallen kunnen zij echter meer of minder duidelijk geïsoleerd worden. Men kan deze vezelen beschouwen als vergelijkbaar met de ascylinders der primitiefzenuwbuizen van de Gewervelde dieren (Dl. II, 2. bl. 423). Eene uitwendige scheede en zenuwmerg wordt aan de zenuwvezelen der Ongewervelde dieren steeds gemist; vandaar dat zij ook nimmer dubbele randen hebben. Reeds dit maakt de onderkenning der zenuwvezelen en der zenuwen zelve bij vele Ongewervelde dieren veel moeijelijker dan bij de Gewervelden.

ORGANEN VOOR BEKLEEDING, STEUN EN BEWEGING.

---

10. Het ligchaam van elk dier, dat zich door differentieering slechts iets boven den eersten protoplasma-toestand verheft, heeft een uitwendig bekleedsel (*integumentum*), waardoor de binnenwaarts gelegen deelen beschut, de vorm bewaard wordt, en dat tevens als steunpunt voor de plaatsbeweging dient. Dit bekleedsel zelf kan trouwens nog zeer verschillende graden van ontwikkeling aanbieden: van den bijna niet gedifferentieerden toestand af tot aan eene zamenstelling uit verscheidene lagen toe, die elk hare eigene vorming en verrigting hebben, en te midden waarvan zich dan ook nog andere organen kunnen bevinden, die hetzij tot afscheiding van zekere stoffen dienen of zintuigen of wapentuigen zijn.

Alleen wanneer het ligchaamsbekleedsel dezen hoogeren graad van vorming bereikt heeft, is men gewoon het huid (*derma*) te noemen. Deze hoogere vorming gaat gemeenlijk gepaard met het optreden eener ingewandenholte (*cavitas perivisceralis*), waarbinnen de overige organen gelegen zijn. Deze holte wordt dan begrensd door den ligchaamswand (*perisoma*), die derhalve in het algemeen als een zak kan worden beschouwd, waarvan de buitenste lagen door de huid worden gevormd, zamengesteld uit een uitwendig epithelium, de opperhuid (*epidermis*), en een daartegen aan gelegen bindweefsellaag, de lederhuid (*cutis*). Aan de binnenzijde van deze kunnen zich dan nog eene of meer

lagen van spiervezelen voegen, en zoo ontstaat dan hetgeen men gewoon is een huidspierzak te noemen.

Deze huidspierzak kan nog tallooze verschillen aanbieden, eensdeels in de hem zamenstellende lagen, anderdeels in zijne verhouding tot de onderscheidene ligchaamsgedeelten. Hij kan in zijn geheel in eenen weeken, buigzamen toestand blijven, zoodat het daardoor begrensde ligchaam zich op alle punten door de werking der spieren uitzetten of inkrimpen kan, of zich verharden, hetzij in zijn geheel of gedeeltelijk; en dan bepalen zich de vormveranderingen des ligchaams door de zamentrekking der spieren alleen tot die deelen, welke buigzaam blijven. De zetel dezer verharding is hetzij de buitenste laag, het epithelium, dat aan zijne buitenvlakte eene chitine-achtige zelfstandigheid afscheidt, al of niet onder gelijktijdige afscheiding van kalkzouten, of de daartegen aan gelegen bindweefsellaag, welker tusschencelzelfstandigheid nog op verschillende wijzen, maar inzonderheid door het afscheiden van kalkzouten daarin, verharden kan. Zoo ontstaat een huidskelet, dat in de onderscheidene afdeelingen der Ongewervelde dieren zeer verbreid is, en hetwelk men nog, op grond der zoo even genoemde tweederlei wijze van vorming, als opperhuidskelet en als lederhuidskelet onderscheiden kan.

Slechts bij eenigen verharden ook inwendige deelen, die niet tot den huidspierzak behooren en derhalve een inwendig skelet uitmaken, hetwelk echter, vergeleken met dat der Gewervelde dieren, steeds op eenen lagen trap blijft.

11. Ofschoon alle dieren zich bewegen kunnen en althans gedurende eene zekere periode van hun leven ook van plaats veranderen, zoo zijn toch niet alle in het bezit van bijzondere bewegingsorganen. Waar deze voorkomen, zijn zij van tweederlei aard, namelijk: passieve en actieve.

Passieve bewegingstoestellen zijn: vooreerst de trilcilien, die aan de buitenvlakte van vele lagere dieren voorkomen,

hetzij gedurende hun geheele leven (Infusorien, Turbellarien, Rotiferen) of gedurende hunne jeugd (Echinodermen, vele Mollusken en Wormen), waarna zij nog wel op eenige punten des ligchaams kunnen blijven voortbestaan, maar zonder dat de door hare beweging in het water veroorzaakte strooming meer in staat is het ligchaam mede te voeren.

Eene passieve beweging, namelijk eene beurtelingsche rijzing en daling in het water, is ook het gevolg van de bij vele Ongewervelde dieren (*Arcella*, Siphonophoren, *Nautilus*, sommige Gasteropoden) plaats grijpende ontwikkeling van lucht, die later weder geabsorbeerd kan worden of door eene opening ontsnappen.

Tot de passieve bewegingstoestellen kunnen voorts ook de trouwens zelden (bij *Velella*, *Physalia*) voorkomende ligchaamsuitbreidingen gerekend worden, die, in verband met eenen luchtafscheidenden hydrostatischen toestel, waardoor het dier drijvende gehouden wordt, zich boven de wateroppervlakte verheffen en zoo eene ruime oppervlakte aan den wind aanbieden.

Veel menigvuldiger zijn de onderscheiden middelen tot actieve beweging, d. i. tot eene beweging, welke van den wil des diers afhangt. Zij hebben allen dit gemeen dat zij bestemd zijn om, terwijl een grooter of kleiner gedeelte des ligchaams steun en tevens weerstand vindt in de middenstof (bodem, water, lucht), waarop of waarin zich het dier bevindt, dien weerstand door spierzamentrekking te overwinnen, ten gevolge waarvan het ligchaam voortbewogen wordt in de rigting der resultante van de gezamenlijke krachten die daarop inwerken. Onder die krachten neemt ook de aantrekkingskracht der aarde, — vooral bij springende en vliegende dieren, — eene voorname plaats in.

Wat de daartoe dienende organen aanbelangt, zoo loopen deze in een morphologisch opzigt aanmerkelijk uiteen. In zeer vele gevallen zijn zij echter ligchaamsaanhangsels, die als uitbreidingen van den huidspierzak te beschouwen zijn, en waaraan hetzij alle drie de lagen, die dezen zamenstellen, deelnemen,

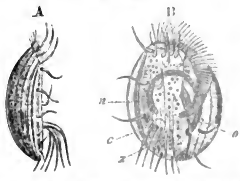
of alleen de beide buitenste. In het eerste geval (b. v de zool der Gasteropoden, de vinnen der Pteropoden, de pooten der Gelede dieren) bevatten deze ligchaamsaanhangsels dus zelve spieren, waardoor zij of hunne deelen kunnen bewogen worden. In het tweede (b. v. de voetstompjes der Borstelwormen, de vleugels der Insekten) geschiedt hunne beweging alleen door de spieren die zich in de ligchaamsholte bevinden en welke zich aan of in de plaatsbewegingsorganen inplanten.

Overigens zijn geenszins alle bewegelijke ligchaamsaanhangsels plaatsbewegingsorganen. Zij kunnen ook als organen tot grijpen en kaauwen van het voedsel, als ademhalingsorganen, als zintuigen, wapentuigen of als bij de paring dienende deelen optreden. Het is de taak der morphologie door onderlinge vergelijking uittemaken, welke dezer appendiculaire deelen dan als onderling homoloog te beschouwen zijn en welke niet. Dit kan echter alleen geschieden door nader het oog te vestigen op de verschillende hoofdafdeelingen des dierenrijks.

Protozoën.

12. Bij de dieren dezer groep heeft zich nog geen eigenlijke huid gedifferentieerd. Eenigen (*Infusoria*, *Acinetina*, *Gregarinaria*, *Noctiluca*) hebben eene cuticula, die dan eens zeer dun en buigzaam is, zoodat het ligchaam velerlei vormveranderingen kan ondergaan, dan weder merkelijk dikker en steviger is, ten gevolge waarvan de ligchaamsgedaante niet of weinig veranderlijk is. Bij sommigen (*Coleps*) wordt de cuticula zelfs tot een waar pantser,

Fig. 14.



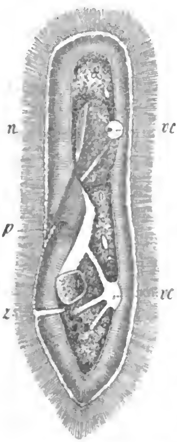
Euplotes charon, A van ter zijde, B van de buikvlakte gezien. Naar Stein.
o mond; *z* aars, *n* *nucleus*; *c* contractile blaas.

bij vele anderen (*Oxytrichidae*, fig. 14) tot een rugschild, dat als

het eerste spoor van een huidskelet kan worden beschouwd, waardoor de beweging van appendiculaire deelen, — hier stijve haartjes of borsteltjes, — gesteund wordt.

De cuticula is een afscheidingsprodukt van het ectosarc, d. i. van de buitenste protoplasma- of sarcodelaag, die slechts in zeldzame gevallen (bij eenige Infusorien: *Paramaecium*, fig. 15, *Bursaria*, *Nassula*) nog een eenigzins zamengesteld maaksel vertoont, daarin bestaande dat digt onder de cuticula staafvormige ligchaampjes (trichocysten) op regelmatige afstanden van elkander geplaatst zijn. De ware beteekenis dezer ligchaampjes, die men bij de Turbellarien en ook bij sommige Borstelwormen terug vindt, en die ook eenige overeenkomst hebben met de netelcellen der Coelenteraten, is nog onbekend. Het waarschijnlijkst is dat zij een zintuig zijn.

Fig. 15.



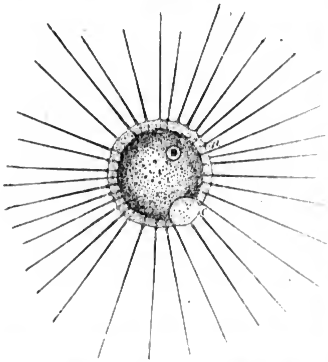
Paramaecium aurelia, met talrijke staafvormige ligchaampjes (trichocysten) onder de cuticula. Naar CLAPARÈDE en LACHMANN.

p slokdarm; *n* nucleus; *vc* contractile blazen met stergewijze kanalen; *z* aars.

Ook bij zulke Sponsen, die blijvende instroomingsmondjes hebben, is de buitenvlakte door eene cuticula overdekt. Deze ontbreekt echter bij anderen. Onder de Rhizopoden treft men hetzelfde verschil aan. Eenigen (*Amoeba*, *Actinophrys*, (fig. 16 volg. bl.) en verwante vormen) missen eene cuticula, ofschoon zich toch de buitenste sarcodelaag, het ectosarc, door iets grootere stevigheid, van de inwendige, het endosarc, onderscheidt. Toch kunnen zich zulke naakte vormen tijdelijk enkysteeren door afscheiding van een vliezig hulsel, zonder opening daaraan. Vele andere Rhizopoden bezitten een van eene of meer openingen voorzien hulsel of schaal, welke, indien zij eenvoudig uit chitine bestaat (bij *Gromia*, fig. 17 bl. 31, *Trinema*, *Euglypha*, *Arcella* e. a.) verge-

lijkbaar is bij de cuticula der Infusorien. Bij anderen (*Difflugia*) verhardt zich deze schaal door de opneming van kleine ligchaampjes, zandkorreltjes en dergelijke, of van nog kleinere fragmenten van kiezelgesteenten (bij *Lituola*, *Trochammina* e. a.), of eindelijk door de gelijktijdige afscheiding van koolzuren kalk, gelijk bij het groote meerendeel der Foraminiferen het geval is (verg. 1ste Afd. bl. 1567 en volg.). Daardoor ontstaan dan één- of veelkamerige schalen, die hetzij eene enkele opening hebben (*Foraminifera imperforata*) of welker wanden van talrijke openingen voorzien zijn (*Foraminifera perforata*), door welke de verlengselen der sarcode, de zoogenaamde pseudopodien, naar buiten treden (fig. 18 bl. 32). Bij voortgaande vorming kan het aldus ontstane kalkskelet nog zamengestelder worden. Rondom de pseudopodien, kunnen zich bijzondere naar buiten uitstekende kalkbuisjes vormen (*Calcarina*, *Orbulina*). Binnen de reeds gevormde kamertjes kunnen nieuwe ontstaan. Ook de wandverdikking kan voortgaan, deels door uit- deels door inwendige aanvoeging van nieuwe kalklagen; daarbij blijven zekere plaatsen vrij, en zoo ontstaan bij sommige grootere soorten (*Nummulitidae*) allengs kanaaltjes, die zich in de tusschenschotten, waardoor de verschillende schaalafdeelingen of kamertjes gescheiden zijn, verbreiden en gezamenlijk nog een meer of minder zamengesteld kanalenstelsel uitmaken (fig. 20 bl 33). De kalk, in den vorm van koolzuren kalk,

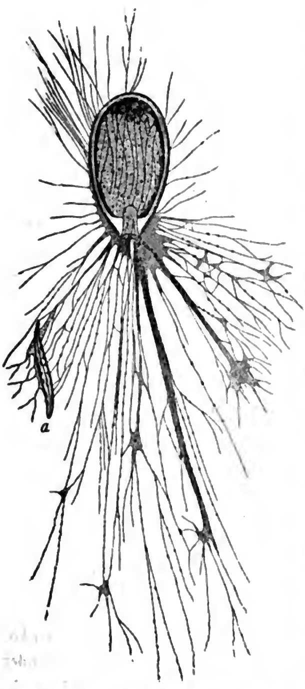
Fig. 16.



Actinophrys sol. *n* kern; *c* contractile blaas.

waarbij zich echter soms een geringe hoeveelheid phosphorzure kalk voegt (Max Schultze), is gebonden aan eene organische grondlaag, die na behandeling met een zuur overblijft. Bij doorvallend licht vertoonen de kalkwanden der Foraminiferen-schalen zich hetzij ongekleurd en glasachtig doorschijnend, uit eene geheel homogene, structuurlooze zelfstandigheid bestaande (de meeste *Perforata*), of bruinachtig en zeer fijn gestippeld (de meeste *Imperforata*). In beide gevallen duidt niet zelden eene fijne streping eene zekere periodiciteit in de vorming der dunne kalklagen aan.

Fig. 17.

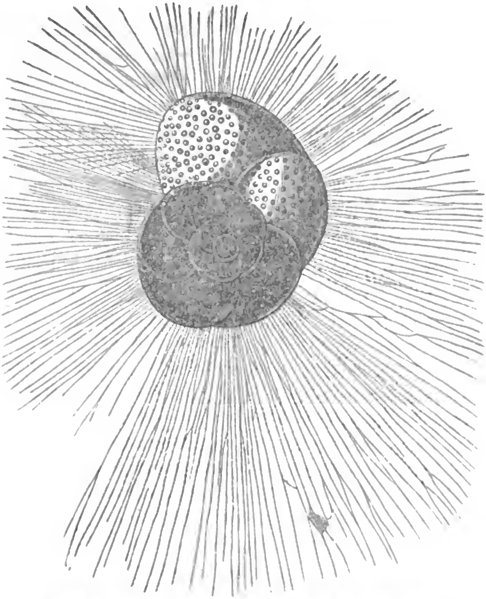


Gromia oviformis; a gevangen *Pleurosigma.* Naar Max Schultze.

Daar het sarcodeligchaam eener Foraminifera niet alleen al de holten der schaal vult, maar zich bovendien, — inzonderheid wanneer de schaalwanden talrijke openingen hebben, — daarbuiten omheen uitbreidt, en ook daar nieuwe kalkafzettingen vormt, zoo zoude men zulk eene schaal reeds in zekeren zin een inwendig skelet kunnen noemen. Meer bepaaldelijk verdienen echter dien naam andere vormingen, die ook in de afdeeling der Protozoën

optreden, namelijk bij de Sponsen en de Radiolarien. De zelfstandigheid van het inwendig skelet in deze klassen kan van drierlei aard zijn: namelijk 1° eene chitineachtige stof, die

Fig. 18.

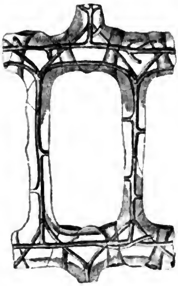


Discorbina globularis (*Rosalina varians* SCH.) Naar MAX SCHULTZE.

men nog met de bijzondere namen van keratose, spongioline of acantine bestempelt, of ook wel, ofschoon minder juist, eenvoudig hoornzelfstandigheid noemt; 2° koolzure kalk, en 3° kiezelzuur. Van deze drie zelfstandigheden is de koolzure kalk de minst verbreide. Zij komt alleen voor bij de Kalksponsen, onder de gedaante van enkelvoudige of twee-, drie- of

vierstralige, zoogenaamde naalden of *spicula* (fig. 20). Onder dien naam verstaat men in het algemeen ligchaampjes uit een der drie genoemde zelfstandigheden zamengesteld, die vrij in het parenchym liggen en dit steunen maar tevens de bewegingen daarvan volgen. Deze spicula kunnen overigens allerlei vormen hebben (zie fig. 21, 22, 23, 24 en 25, volg. bl.); zij kunnen zijn naaldvormig, spoelvormig, speldvormig, knodsvormig, haakvormig, ankervormig, bol- ei- of niervormig, kruisvormig, stervormig enz.; voorts kan hunne oppervlakte glad zijn of bezet met kleine wratjes of kortere of langere stekeltjes. Hebben zij eene verlengde gedaante, dan is althans het eene uiteinde gewoonlijk spits. Kortere vormen eindigen dikwijls in radvormige schijfjes, met ingesneden of vertakte randen.

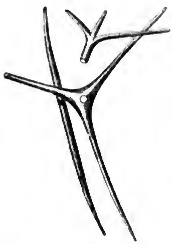
Fig. 19.



Een der kamers van *Cycloclypeus*, met de zich in de wanden verbreidende kanalen. Naar CARPENTER.

Spicula, uit eene chitineachtige zelfstandigheid bestaande, komen zelden voor (bij *Darwinella*). Daarentegen zijn kiezel-spicula zeer menigvuldig in de klasse der Sponsen. Hier vertoonen zij meestal een in de as verloopend kanaal of juister een streng van niet verkiezelde organische stof (KÖLLIKER). Aan dikkere spicula herkent men meer of minder duidelijk evenwijdig met deze asstreng loopende strepen, die eene zamenstelling uit concentrische lagen aanduiden.

Fig. 20.

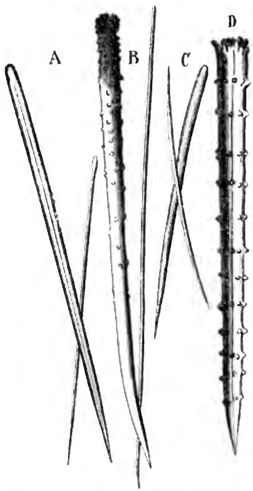


Kalk-spicula van *Nardoa reticulum*. Vergroot.

De wijze waarop de spicula in het sponsparenchym verdeeld zijn, verschilt bij de onderscheidene soorten (verg. 1ste Afd. bl. 1524 en volg.). Bij eenigen (*Corticatae*) komen tweederlei spicula voor, name-

lijk korte, bol- ei- ster- of ankervormige in de buitenste laag, en lange, naaldvormige in het inwendige van het sponsligchaam.

Fig. 21.



A Kiezelnaalden van *Suberites arcicola*. Naar O. SCHMIDT.

B Kiezelnaalden van *Myxilla Veneta*.

C Kiezelnaalden van *Reniera filigrana*.

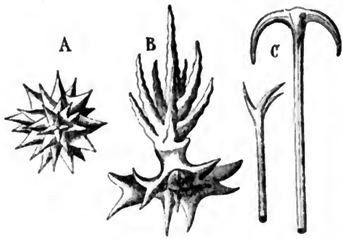
D Kiezelnaald van *Clathria ovoides*. Naar O. SCHMIDT.

Aan de in- en uitstroomings-openingen zijn zij dikwijls kransgewijs geplaatst, met de spitsen naar de opening toegekeerd. In de wanden der sponskanalen liggen zij in min of meer gesloten bundels, zoodat het geheele skelet wel is waar een net daarstelt, maar waarvan de mazen uit eene vereeniging van afzonderlijke spicula bestaan.

Er zijn echter ook sponsen (b. v. *Euplectella*), waarin de spicula niet alle eenvoudig vrij nevens en over elkander gelegen zijn, maar ten deele onderling versmelten en zoo een steviger geheel doen ontstaan. Zulke vormen leiden tot andere, waarin het geheele skelet een enkel zamenhangend net is. Dit net kan dan bestaan uit eenvoudige, min of meer veerkrachtige hoornvezelen (*Ceratospongiae* fig. 26 bl. 36) of uit kiezelvezelen (*Lithospongiae*: *Aphrocallistes*, *Dactylocalyx*, *Farrea*). Ook komen er Sponsen voor (*Halispongia*, *Chalina*), met een hoornvezelskelet, maar in welks hoornvezelen kiezelspicula besloten liggen. Nog op eene andere wijze kunnen de hoornvezelen van sommige Sponsen (*Dysidea*, *Hircinia* e. a.) zich verharden, namelijk door opneming van vreemde ligchaampjes, zoo als zandkorreltjes, fragmenten

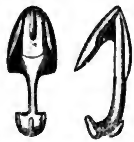
van Foraminiferenschalen, kiezelspicula van andere Sponsen enz. Natuurlijk kan dit alleen geschieden aan de buitenvlakte,

Fig. 22.



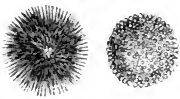
A Stervormig kiezellichaampje van *Chondrilla nucula*. Naar O. Smidt.
B Kiezelligchaampje van *Corticium candelabrum*.
C Kiezelspicula van *Ancorina verruca*.

Fig. 23.



Haakvormige kiezelligchaampjes van *Esperia tunicata*. Naar O. Schmidt.

Fig. 24.



Kiezelligchaampjes van *Geodia placenta*. Naar O. Schmidt.

Fig. 25.



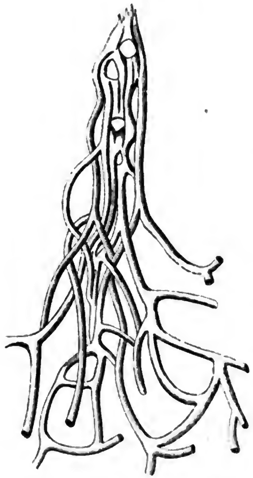
Amphidiscus van *Spongilla*.

daar waar de sponsvezelen nog week zijn, terwijl het voorkomen van zulke vreemde ligchaampjes in de inwendige sponsvezelen zich door den voortgaanden groei der spons verklaart. De vorming der vezelen geschiedt door eene dergelijke verandering der protoplasmazelfstandigheid als waardoor elders een vliezig hulsel ontstaat. Men zoude haar eene eenzijdige chitiniseering kunnen noemen. Het opnemen van vreemde ligchaampjes in de vezelen is dan geheel vergelijkbaar bij het opnemen van zandkorreltjes in de zich vormende schalen van *Difflugia* en sommige Foraminiferen. Na haar eerste ontstaan kunnen de hoornvezelen overigens zich nog verdikken door uitwendige aanvoeging van nieuwe lagen uit het omgevende protoplasma. Vandaar dat de dikkere vezelen eene bladerige zamenstelling vertoonen.

Ook de kiezelspicula vormen zich in het protoplasma, waarvan

de asstreng als een overblijfsel te beschouwen is. Zij groeijen zoowel in lengte als in dikte door uitwendige aanvoeging.

Fig. 26.



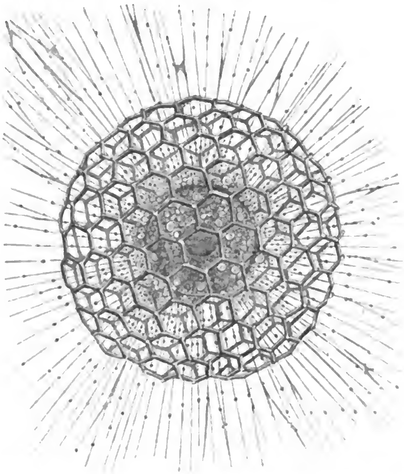
Hoornvezelen van *Spongia quarnerensis*. Vergroot.

Het skelet der Radiolarien bestaat desgelijks hetzij uit eene chitineachtige zelfstandigheid of uit kiezelzuur, en evenzoo ook hetzij uit afzonderlijke spicula of uit onderling tot een zamenhangend geheel verbonden deelen. Maar terwijl de chitineachtige zelfstandigheid bij de Sponsen zeer verbreid is, komt deze daarentegen bij de Radiolarien zeldzaam voor en niet als vezelen maar als stijve stekels, die elkander in het midden des diers ontmoeten en zoo een vast skelet vormen (*Acanthometridae*, fig. 28 bl. 38). Deze stekels zijn soms bezet met dwarse uitsteeksels, die zelve wederom takken verkrijgen, en wanneer deze laatste groot genoeg worden om elkander te ontmoeten, vereenigen zij zich tot een bolvormige tralieschaal (*Dorataspida*).

Eene dergelijke tegenstelling tusschen de Sponsen en de Radiolarien bestaat er ook ten aanzien der vrije spicula en van een zamenhangend kiezelskelet. De eersten komen bij de Radiolarien zelden voor en onderscheiden zich dan nog van de sponsspicula hetzij doordat zij geheel vast zijn, d. i. geen centraalkanaal met asstreng hebben (*Physematium*, *Thalassosphaera*) of holle buisjes zijn, met opene einden, waardoor de pseusopodien

uittreden (*Thalassoplancta*, *Aulacantha*). Dergelijke kiezelbuisjes kunnen ook door onderlinge aaneensluiting een bolvormige tralieschaal zamenstellen (*Aulosphaeridae*). Meestal echter is het

Fig. 27.



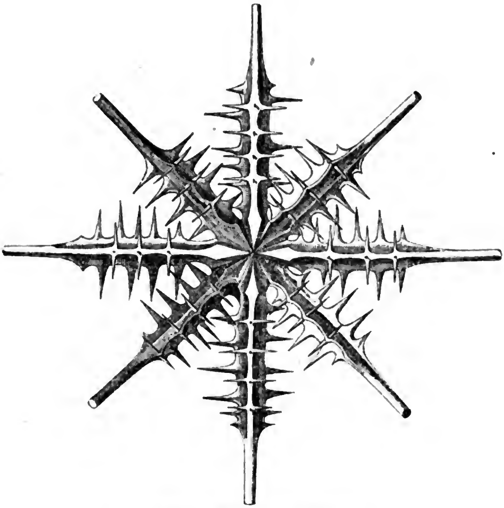
Heliosphaera elegans, met centraalkapsel, binnenblaas, gele cellen en naar buiten stralende pseudopodiën. Naar HAECKEL.

kiezelskelet der Radiolarien een enkel zamenhangend geheel, waarvan de deelen niet alleen onbewegelijk met elkander verbonden, maar bovendiendien vast, d.i. niet hol zijn (fig. 27). Dit skelet kan overigens nog allerlei zeer uiteenloopende gedaanten aannemen (z. 1ste Afd. bl 1611 en volg.) en meer of minder zamengesteld zijn. Bij eenigen (*Entholithia*) dringt het door tot in de centraalkapsel, bij anderen (*Ectolithia*) wordt alleen de buiten de centraalkapsel gelegen sarcode daardoor gesteund.

13. Alle Protozoën hebben althans gedurende eenen zekeren

tijd van hun leven eene vrije plaatsbeweging. Dit geldt ook van diegenen welke, gelijk de Sponsen, de Acineten, de Vorticelliden, na eenigen tijd als embryones te hebben rondgezwommen, vastzittend worden. Bij de Vorticelliden scheiden zich later de

Fig. 28.

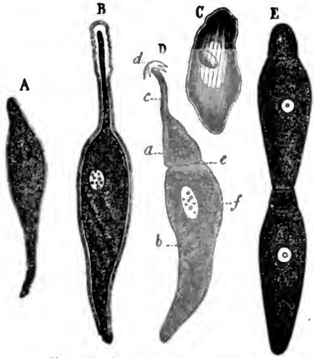


Xiphacantha serrata. Naar HAECKEL.

geconjugeerde individu's wederom van de steelen af en zwemmen vrij rond.

Wat de middelen tot plaatsbeweging aanbelangt, zoo zijn deze, in weerwil van den lagen trap van organisatie dezer wezens, toch nog tamelijk verschillend. Bij allen bestaat het weeke lichaamsgedeelte uit contractiel protoplasma of sarcode. Zoolang dit niet door een uitwendig vlies begrensd wordt, kunnen zich daaraan verlengselen, pseudopodien, vormen, die, wanneer

Fig. 29.

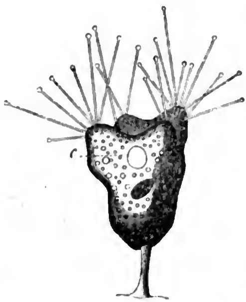


Verschillende vormen van Gregarinen.
A *Monocystis Lumbrici;*
B *Monocystis Aphroditae;*
C *Monocystis Serpulae;*
D *Stylorhynchus oligocanthus;*
E *Gregarina polymorpha*, geconjugeerd.
A, B, C naar LANKESTER, D, E, naar STEIN.

zij zich aan eenig naburig voorwerp vasthechten en zich vervolgens zamentrekken, het overige ligchaam die beweging doen volgen.

Deze beweging is echter altijd zeer langzaam. Zij bestaat algemeen in de klasse der Rhizopoden, maar is ook tijdelijk eigen aan soorten uit de overige klassen (Gregarinen, Acinetinen, sommige Flagellaten). Ook dan wanneer zich eene cuticula gevormd heeft, kan de zamentrekking der sarcode nog vormverandering van het ligchaam en daarmede plaatsbeweging doen ontstaan, mits deze cuticula zeer week, buigzaam en rekbaar is. Dit geldt van sommige Infusorien, maar is vooral duidelijk bij de Gregarinen (fig. 29) en aan de zuigbuizen der Acinetinen (fig. 30), die als het ware met een dun vliesje overdekte pseudopodien zijn.

Fig. 30.

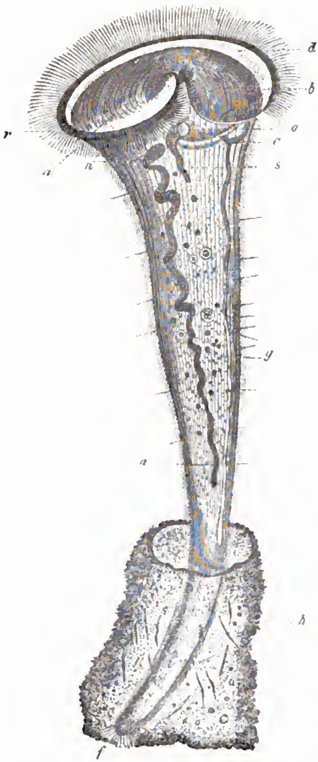


Podophrya Cyclopum; *c* contractile blaas. Naar CLAPARÈDE en LACHMANN.

Dit vermogen tot langzame inkrimping en uitzetting zetelt voornamelijk in de buitenste sarcodelaag of het ectosarc. Deze biedt in sommige geval-

len, namelijk bij eenige Gregarinen en Ciliaten (*Stentor* (fig. 31), *Bursaria*, *Prorodon*, *Spirostomum*) eene min of meer duidelijke streping aan, die eene scheiding in als spiervezelen werkende strooken schijnt aan te duiden. Een enkele zoodanige zamentrekbare vezel neemt het asgedeelte van den steel der Vorticellen in. Met deze differentieering in spiervezelen gaat ook eene merkelijk snellere zamentrekking gepaard, ofschoon zij daarvan niet de noodzakelijke voorwaarde is, daar vele Infusorien, die er geen spoor van vertoonen, zich toch zeer snel zamentrekken.

Fig. 31.

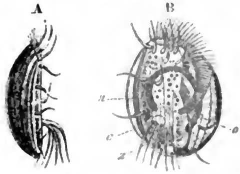


Stentor Roeselii, van de buikvlakte. Naar Stein.
a b d peristomium; *o* mond; *s* slokdarm; *c* contractile blaas; *g* daaruit ontspringend kanaal; *n n* bandvormige nucleus; *h* hulsel; *f* achtereinde des diers.

Ook het sponsparenchym vertoont soms plaatselijk zulk eene scheiding in vezelen, waarvanmen vermoeden kan dat zij bij spiervezelen vergelijkbaar zijn, ofschoon deze tot geene plaats-

beweging kunnen dienen, maar door hare zamentrekking alleen

Fig. 32.



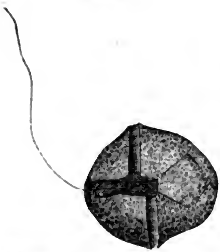
Euplotes charon, A van ter zijde, B van de buikvlakte gezien. Naar STEIN.
o mond; *z* aars, *n* *nucleus*; *c* contractile blaas.

Fig. 34.



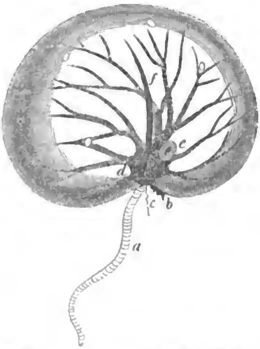
Euglena viridis; *o* pigmentvlekje; *vc* contractile blaas.

Fig. 33.



Peridinium (*Glenodinium* EHR.) *tabulatum*, naar CLAPARÈDE en LACHMANN.

Fig. 35.



Noctiluca miliaris. *a* zweepvormig aanhangsel; *b* tand; *c* cilium; *d* korrelig sarcodeligchaam, vanwaar de sarcodestrengen uitgaan; *e* kern; *f* groeve.

eene verwijding of vernaauwing der openingen alsmede der holten en kanalen in het sponsligchaam kunnen ten gevolge hebben.

Bijzondere bewegingsorganen zijn de haarachtige deelen, die bij vele Protozoën, hetzij blijvend (Infusorien) of alleen gedurende den embryonalen toestand (Sponsen) aan de ligchaamsoppervlakte voorkomen. Zij zijn te beschouwen als uitgroeijingen

van het protoplasma. Hunne beweging is hetzij eene eenvoudig passieve, d. i. zij is gelijk aan de trilhaarbeweging der tril-epithelia van andere dieren en gaat voort zoolang het dier leeft of althans zijn trilhaarbekleedsel behoudt, of zij is actief, d. i. aan de willekeur van het dier onderworpen. Tot het laatste mag men besluiten, wanneer de beweging beurtelings stilstaat en weder begint, onder omstandigheden en op eene wijze die overeenstemmen met het gebruik dat grootere dieren van hunne ledematen tot voorbeweging maken. Zulke blijkbaar aan den wil gehoorzamende haarachtige deelen, die vooral eigen zijn aan de familie der *Oxytrichidae* (fig. 32 vor. bl.), waar zij aan de buikvlakte zijn geplaatst, hebben gemeenlijk ook eene grootere lengte, dikte en stijfheid dan de alleen passief zich bewegende trilcilien. Dikwijls zijn zij blijkbaar gechitiniseerd en zoo tot stijve borsteltjes geworden, die alleen bewogen kunnen worden door de zamentrekking der ligchaamssarcode, welke zich op eene dergelijke wijze verhoudt als b. v. de in de borstholte der Insekten bevatte vleugelspieren tot de op zich zelve onbewegelijke vleugels. Ook de langere zweepharen van sommige Flagellaten (*Peridinidae*, fig. 33, *Euglenidae*, fig. 34 vor. bl.) schijnen aan de willekeur onderworpen te zijn.

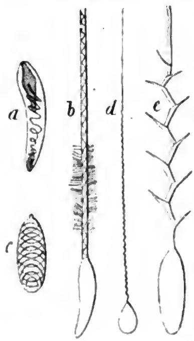
Een geheel eigendommelijk appendiculair orgaan, dat mede tot beweging dient, is het zweepvormig aanhangsel van *Noctiluca* (fig. 35 vor. bl.), dat eene overdwarse streping vertoont, welke het eenigermate doet gelijken op een spier-primitiefvezel der hoogere dieren.

Coelenteraten.

14. Ofschoon de dieren dezer afdeeling reeds eene ligchaamsholte hebben, bestaat er nog geene ingewandenholte. De ligchaamswand is derhalve eene vereeniging van den elders gescheiden huidspierzak met den wand der spijsverteringsholte, die tevens ligchaamsholte is, en vanwaar uit zich kanalen door het ligchaam en alle zijne aanhangsels verbreiden.

In den eenvoudigsten vorm, gelijk deze in den embryonalen toestand bij allen bestaat, kan het ligchaam van een Coelenteraat beschouwd worden als een binnenwaarts ingestulpte zak, welks geheele buiten- en binnenwaarts gekeerde oppervlakte met een epithelium is bekleed. Het buiten-epithelium, dat vergeleken kan worden bij de epidermis der hoogere dieren, wordt onderscheiden met den naam van *ectoderma*, het binnen-epithelium, dat zijn analogon vindt in het darmepithelium der dieren die een vrij spijsverteringskanaal hebben, met dien van *entoderma*. Tusschen deze beide lagen in vormt zich nu eene laag die tot de bindweefsels moet gerekend worden te behooren en als het ware de beide bindweefsellagen van de huid (d. i. de lederhuid) en van den darm (namelijk de binnenste, die het darmepithelium draagt) vertegenwoordigt.

Fig, 36.



Verschillende vormen van netelcellen.
a en *b* van *Caryophyllia Smithii*; *c* van *Corynactis Allmanni*; *d* van *Willsia stellata*; *e* van *Bunodes crassicornis*.

Deze drie lagen nemen ook deel aan de zamenstelling van alle ligchaamsaanhangsels. De beide epithelium-lagen, maar vooral het ectoterma, zijn de zetel van de zoogenaamde netelcellen (fig. 36), waarbinnen een spiraalsgewijs opgerolde, soms nog met haartjes of stijvere weerhaakjes bezette draad bevat is, die, bij aanraking, uit de cel kan worden uitgeworpen en dan een de huid rood makend vocht medevoert, dat een gift voor kleinere dieren is. Deze netelcellen zijn dikwijls groepsgewijs vereenigd en vormen dan netelknoppen of netelorganen, die bij eenigen, vooral bij de Siphonophoren, nog een tamelijk zamengesteld maaksel hebben.

De zich tusschen de beide epithelien bevindende tusschenlaag is dan eens in geringe, dan weder in zeer ruime mate ontwikkeld. Soms, gelijk in het scherm der Medusen, maakt zij zelfs

verreweg het grootste gedeelte der ligchaamszelfstandigheid uit. Ook kan zij nog meer of minder zamengesteld wezen. Bij de lagere vormen van Medusen (*Hydromedusae*) vertoont zij zich als eene eenvoudige, glasachtig doorschijnende, geleiachtige zelfstandigheid, waarin geen verdere structuur waarneembaar is. Maar bij de hoogere, gemeenlijk ook grootere Medusen (*Eumedusae*), en desgelijks bij de Ctenophoren, breiden zich daarin vezelen uit, die in verschillende rigtingen loopen, hetzij van de eene epitheliumlaag naar de andere of meer evenwijdig met deze. Soms vormen de fijnere vezels ook netten. Bovendien kunnen aan de zamenstelling dezer tusschenlaag ook cellen deelnemen, die vergelijkbaar zijn bij de bindweefselcellen der hoogere dieren. Zij zijn dikwijls van straalsgewijze verlengsels voorzien, die zich in de geleiachtige grondlaag uitstrekken (fig. 37). Soms (in de tentakels van vele Medusen en Hydroidpolypen) ontbreekt laatstgenoemde bijna geheel en wordt de tusschenlaag grootendeels of uitsluitend door cellen met tamelijk dikke wanden gevormd. In andere gevallen (bij de *Trachymedusae*) neemt de homogene tusschencelzelfstandigheid op sommige plaatsen, inzonderheid aan den schermrand, eene grootere vastheid aan, zoodat het weefsel in maaksel na met kraakbeen overeenstemt.

Fig. 37.



Schermzelfstandigheid van *Aurelia aurita*, bij 300-malige vergrooting.

Bij de reeds genoemde deelen, die den ligchaamswand zamenstellen, kunnen zich nu ook spiervezelen voegen, meestal in eene enkele overlangs loopende laag, digt onder het ectoderma Deze spiervezellaag komt echter niet langs den geheelen ligchaamswand maar slechts op bepaalde plaatsen daarvan voor.

15. Uit het gezegde volgt reeds dat de meer genoemde tusschenlaag, hetzij deze enkel uit eene homogene, geleiachtige zelfstandigheid of uit bovendien daarin verspreide vezelen en cellen bestaat, aan het geheele ligchaam een zekeren steun verschaft, hetgeen nog toeneemt, wanneer zij eene kraakbeenachtige hardheid verkrijgt.

Die steun is voldoende voor het groote meerendeel der vrij levende Coelenteraten, derhalve voor de Ctenophoren en de Hydrozoën in den geslachtsrijpen medusa-toestand. Ook de soorten van *Hydra* en eenige voedstervormen uit de familie der Coryniden behouden gedurende hun geheele leven een week of zoogenaamd naakt ligchaam.

In talrijke andere gevallen treedt echter eene ware skeletvorming op, het algemeenst bij vastzittende vormen, die ook meerendeels zamengestelde dieren zijn, namelijk de voedsters der Hydrozoën en de Anthozoën. De zoodanigen vormen een stok, waaraan men dat gedeelte hetwelk het gemeenschappelijk eigendom van verschillende individu's is en deze als het ware verbindt, met den naam van coenenchym onderscheidt. Dit coenenchym is overigens niet anders dan eene woekering der weefsels van de individu's en heeft oorspronkelijk dezelfde zamenstelling als deze. Het bestaat grootendeels uit bindweefselzelfstandigheid met zich daarin verbreidende kanalen, die ontspringen uit de ligchaamsholten der individu's.

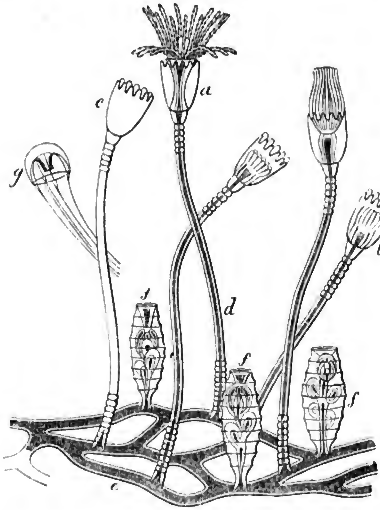
De vaste skeletdeelen zijn van tweederlei aard. Zij zijn namelijk hetzij hoorn- d. i. chitinachtig of verhard door kalkzouten, inzonderheid koolzuren kalk, welke bij onderscheidene soorten van 90 tot 96 proc. wisselt, en waarbij zich gewoonlijk ook eene geringe hoeveelheid phosphaten en fluorverbindingen van kalk en magnesia, soms ook eenig kiezelzuur voegt.

Voorts kan de skeletvorming plaats grijpen hetzij alleen aan de oppervlakte, of alleen in de inwendige deelen, of zoowel aan de oppervlakte als in het inwendige.

Het eenvoudigste geval komt voor bij vele Hydroidpolypen.

Hier bepaalt zich de skeletvorming tot de uitscheiding eener chitinelaag aan de oppervlakte van het ectoderma (fig. 38). Deze

Fig. 38.



Campanularia Johnstoni; vergroot. Naar ALLMAN.

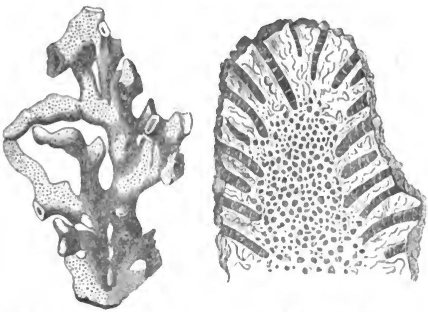
a cel met een polypoid met uitgebreide, *b* met teruggetrokken vangarmen; *c* ledige cel of kelk; *d* celsteel; *e* kruipende *stolones*; *f* voortteelings-cellen; *g* daaruit voortgekomen vrije meduse.

chitine-laag strekt zich echter niet over alle deelen uit. Steeds zijn de vooreinden der afzonderlijke individu's of polypoiden, met hunne vangarmen, daarvan vrij. Het chitine-bekleedsel is het dikst aan de oudst gevormde deelen, derhalve aan den gemeenschappelijken stam met zijne takken, het coenosark. Somtijds, namelijk bij eenige Coryniden, bepaalt zich de chitine-afscheiding alleen daartoe; bij de Tubulariden hebben ook de stelen der verschillende individu's elk een chitine-hulsel, en bij

de Campanulariden en Sertulariden breidt zich dit bovendien uit tot een kelk of beker, waarbinnen zich de polypoiden kunnen terugtrekken (fig. 38).

Een kalkskelet wordt in de afdeeling der Hydrozoën aange-

Fig. 39.



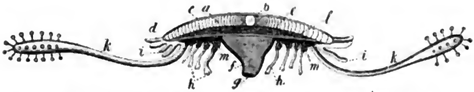
A *Millepora verrucosa*, natuurlijke grootte. B Een gedeelte vergroot.

troffen bij de Milleporiden (fig. 39). Het is grootendeels, zoo niet geheel, een inwendig skelet; ontstaan door de verkalking van den geheelen ligchaamswand en van het ruime coenenchym, dat de individu's draagt en verbindt. De horizontale tusschenschotten in de cellen zijn hun ontstaan vermoedelijk verschuldigd aan het telkens herhaald afvallen en op nieuw uitgroeijen van polypoiden, op eene dergelijke wijze als waardoor ook de ringvormige insnoeringen aan de steelen der Campanularien geboren worden (fig 38). Alleenlijk zoude zich dan niet telkens eene eenvoudige insnoering maar een zeefsgewijs doorboord kalkplaatje vormen, dat het ondergedeelte van den verkalkten steel, die hier met de naburige vergroeid is, scheidt van den nieuwen polypoid. Natuurlijk blijft er dan echter verband bestaan tusschen dezen en de daarachter gelegen deelen, door middel der kleine openingen in de kalkplaatjes en de talrijke een digt net vormende kanalen in het verkalkte coenenchym.

Geheel eigendommelijk is de inwendige skeletvorming bij de een luchtzak bezittende Siphonophoren. Meestal, namelijk bij de Physophoriden en *Physalia*, bepaalt zij zich tot de vorming van een chitine-bekleedsel aan de binnenvlakte van den luchtzak. Dit chitine-bekleedsel is, gelijk de ontwikkelingsgeschiedenis leert, een afscheidingsprodukt van het entoderma.

Bij *Porpita* en *Velella* verdeelt zich daarbij echter de holte der luchtblaas in een groot aantal van concentrisch geplaatste

Fig. 40.



Loodregte doorsnede van *Porpita mediterranea*; vergroot. Naar KÖLLIKER.

a schijf; *b* middelste kamer der schijf; *c* opperhuid der schijf; *d* randzoom; *e* zoogenaamde lever; *f* centrale polypoid; *g* zijn mond; *h* kleine polypoiden; *i* kleine vangdraden; *k* groote vangdraden; *l* witte plaat, zoogenaamde nier; *m* voorttelingsknoppen.

kamertjes, die onderling gemeenschap hebben en te zamen eene hetzij cirkelronde (*Porpita*, fig. 40) of ruitvormige (*Velella*) plaat vormen, die eene kraakbeenige hardheid heeft, maar uit eene chitine-achtige zelfstandigheid bestaat. Bij *Velella* wordt ook de kam daardoor gesteund, die bovendien een dun uitwendig chitine-bekleedsel heeft.

De skeletvorming in de klasse der Anthozoën verschilt in onderscheidene opzigten van die der Hydrozoën. Uitwendige chitine-afscheidingen, zonder gelijktijdige verkalking, komen hier niet voor. Zelfs is het twijfelachtig of de eenvoudige kalkbuisjes der Tubiporiden, waarin zich de weeke deelen der dieren geheel kunnen terugtrekken, alsmede het uitwendige kalkhulsel, de *exotheca* of *epitheca*, van sommige Madreporarien, wel als een afscheidingsprodukt van het ectoderma en niet veeleer als door verkalking van de daaronder gelegen buitenste bindweefsellaag ontstaan moeten beschouwd worden.

Ten opzigte der skeletvorming, bestaat er ook eene zekere tegenstelling tusschen de beide groote afdeelingen der Anthozoën:

de Alcyonarien en de Zoantharien, in zooverre namelijk dat de skeletvormingen, die bij eerstgenoemden de meest gewone zijn, bij laatstgenoemden zelden of nooit voorkomen, en zoo ook omgekeerd.

Wat de zelfstandigheid aanbelangt, kan men namelijk vijfderlei skeletvormingen onderscheiden:

1° door enkele chitinezelfstandigheid;

2° door enkele vrije of onderling versmeltende kalkligchaampjes;

3° door chitinezelfstandigheid en kalkligchaampjes beide;

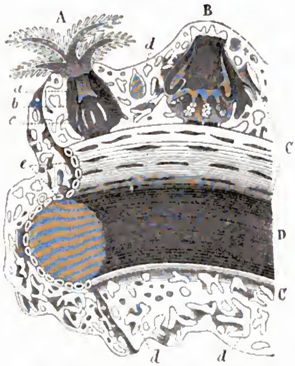
4° door verkalking der chitine;

5° door verkalking der bindweefselzelfstandigheid.

Bij vele Alcyonarien, t. w. bij die behoorende tot de familien der Gorgoniden en der Pennatuliden, vormt zich in het binnenste, d. i. oudste gedeelte van het coenenchym, een harde as (*sclerobasis*), die hetzij alleen uit eene chitineachtige zelfstandigheid bestaat of bovendien kalkzouten bevat. Onder de Zoantharien zijn het alleen de Antipathiden die een dergelijke as hebben. Vermoedelijk is de chitine hier een afscheidingsprodukt van het entoderma, dat de binnenvlakte der kanalen bekleedt, die, ontspringende uit de ligchaamsholten der individu's, zich door het coenenchym vertakken. Dikwijls vertoont de verharde as nog meer of minder duidelijke overblijfsels van dit kanalenstelsel. Meestal, zoo niet altijd, loopt een wijder kanaal overlangs door het midden der as, en van elken daaruit ontspringenden tak. De daaromheen geplaatste zelfstandigheid is hetzij eenvoudig bladerig of in vakjes verdeeld. Dit laatste, gepaard aan den vermoedelijken oorsprong der chitinezelfstandigheid als afscheidingsprodukt van het entoderma, geeft grond om de as der Gorgoniden als vergelijkbaar te beschouwen bij de reeds genoemde plaat die bij *Velella* en *Porpita* den hydrostatischen toestel steunt. De groei der harde as geschiedt door de gestadig voortgaande chitiniseering van dat gedeelte van het weeke coenenchym, hetwelk haar onmiddellijk begrenst.

Zelden (bij sommige Gorgonien, bij *Anthipathes*) bestaat de as alleen uit chitine. Gewoonlijk ondergaat zij eene verkalking en wel op tweederlei wijze. De meest algemeene is die door afzetting van kalkligchaampjes, spicula, ook wel s k l e r i t e n of s k l e r o d e r m i t e n genoemd (fig. 42). Deze ontstaan te midden van het bindweefsel van het coenenchym, als afzonderlijke vormingen, doch kunnen netsgewijs zamensmelten en zoo een vast kalkskelet vormen, b. v in *Corallium rubrum* (fig. 41). In vele andere gevallen (*Gorgonia* enz.) blijven zij echter meer of minder geisoleerd, en dien ten gevolge is dan ook de as meer of minder buigzaam. Somtijds (bij *Isis*, *Mopsea*) wisselen verkalkte en niet verkalkte gedeelten als even zoo vele leden met elkander af Ook komen er gevallen voor, waarin de as alleen uit niet zamenhangende skleriten bestaat (*Briareum*), andere (*Alcyonium*), waarin alleen skleriten in het weefsel verstrooid liggen, maar zonder een as te vormen. Waar, zooals bij *Antipathes*, eene alleen uit chitine bestaande as voorkomt, ontbreken zulke kalkligchaampjes ook in het omgevend coenenchym.

Fig. 41.



Gedeelte van een tak van *Corallium rubrum*, waarvan de weeke schorslaag overlangs gespleten en ten deele verwijderd is; vergroot. Naar LACAZE-DUTHIERS.

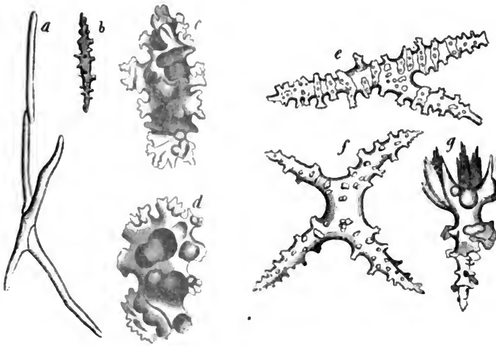
A Polyp met uitgebreide vangarmen; *a* maagzak; *b* opening aan het benedeneinde daarvan; *c* mesenteriaalplooijen.

B Polyp met ingestulpte vangarmen; *d* coenenchym, met daarin onregelmatig netsgewijs verspreide kanalen; C C binnenste gedeelte van het niet verkalkte coenenchym met de regelmatig overlangs loopende en netsgewijs verbonden kanalen. D Verkalkte binnenste as.

De gedaante dezer kalkligchaampjes bij onderscheidene soorten van Alcyonarien is nog tamelijk uiteenloopend. Toch

hebben zij in het algemeen iets overeenstemmends, zoodat zij meestal gemakkelijk van andere kalkligchaampjes, die in

Fig. 42.



Kalkligchaampjes van verschillende Alcyonarien. Naar KÖLLIKER.

a Uit de as van *Sclerogorgia verruculata*; *b* van *Gorgonia anceps*; *d* van *Solanderia verrucosa*; *e* van *Briareum suberosum*; *f* van *Plexaurella crassa*; *g* van *Eunicea succinea*.

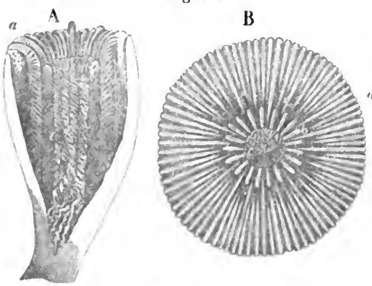
de weefsels van andere dieren voorkomen, herkend worden. Slechts zelden zijn zij dun, spoelvormig, met een of twee takken, en glad; de zoodanigen gelijken nog eenigzins op de spicula der Kalksponsen, hoewel zij de scherpe spitsen van dezen missen. Gewoonlijk echter zijn de skleriten van Alcyonarien korte, dikke, met wratachtige uitsteeksels bezette kalklichaampjes, hetzij met een enkel of met twee knodsvormig verdikte einden, of meer zamengesteld en met een, twee, vier of meer korte takken, die zelve wederom met knobbeltjes bezet zijn. Zij bevatten eene geringe hoeveelheid weeke organische stof als grondlaag, die bij behandeling met zuren achterblijft. De gele, bruine, roode of violette kleur, die aan velen eigen is, is aan deze organische stof gebonden. Somtijds neemt men duidelijke sporen van eene laagsgewijze vorming waar.

Niet altijd geschiedt echter de verkalking der as door het ontstaan en onderling versmelten van skleriten. Er komen integendeel ook vele gevallen voor (*Plexaurella*, *Gorgonella*, *Isis*), waar de verkalkte deelen eene bladerig vezelige structuur hebben. Dit is algemeen het geval in de as der Pennatuliden, die zich bovendien, door hare dunheid en meestal vierhoekige gedaante op de doorsnede, van de as der Gorgoniden onderscheidt. De hoeveelheid der kalkzouten is echter in zulke gevallen geringer, zoodat na behandeling met een zuur de organische, d. i. chitine-achtige zelfstandigheid nagenoeg in denzelfden vorm terugblijft.

Wezenlijk verschillend hiervan is de skeletvorming der Zoantharien. Alleen bij de daartoe door het getal der vangarmen behoorende doch overigens er zich in meer dan een opzigt van onderscheidende Antipatharien grijpt nog de vorming van eene chitine-as plaats. Maar bij alle overige soorten dezer groep, met name bij alle Madreporarien, ontbreekt zulk eene vorming en is het de ligchaamswand zelf met de daarvan zich binnenwaarts straalsgewijs uitstrekkende mesenteriaalplooijen alsmede het de individu's verbindende coenenchym, die de zetel der verkalking zijn. Het is de bindweefselzelfstandigheid die zich verkalkt en daarbij eene zamenstelling uit straalsgewijs en vedersgewijs geplaatste prismatische kalkvezelen verkrijgt, waarin slechts eene zeer geringe hoeveelheid organische stof bevat is. Deze verkalking kan echter nog meer of minder volledig zijn. Somtijds (bij *Zoanthus*, *Palythoa*) bepaalt zich de verkalking tot enkele verstrooide gedeelten, die zich dan als afzonderlijke kalkligchaampjes vertoonen. Meestal echter is het skelet een zamenhangend geheel, waarin zich nog het algemeene maaksel der vroegere weeke deelen laat herkennen. Het buitenste gedeelte van den ligchaamswand, onder het ectoderma, wordt tot den zoogenaamden muur (*theca*), waarmede het voetblad een geheel uitmaakt. De mesenteriaalplooijen, die bij vele

soorten zich gedurende den groei volgens een vasten regel vermenigvuldigen (z. I[ste] Afd bl 1430) worden tot straalschotten (*septa*). Door plaatselijke woekering der mesenteriaalplooijen kunnen zich kleine tepelvormige verhevenheden vormen, die vervolgens ook verkalken en, wanneer zij grooter worden (bij *Fungidae*), als dwarsbalkjes (*synapticulae*) de straalschotten verbinden. Voorts kan ter plaatse waar de mesenteriaalplooijen elkander in het midden ontmoeten een hen verbindend zuiltje (*columella*) ontstaan, dat mede als het gevolg eener woekering van het weefsel moet worden beschouwd, even als de somtijds daarvan uitgaande straalstaafjes (*pali*), die zich tusschen de straalschotten of vroegere mesenteriaalplooijen een eindweegs uitstrekken. Bij de zamengestelde vormen gaat tevens de verkalking van het coenenchym voort; en dat ook nog door woekeringen, — d. i. door vorming van nieuwe bindweefselzelfstandigheid en daarop gevolgde verkalking, — dit gemeenschappelijk gedeelte van den stok een tijd lang aan het algemeene leven en de voeding kan blijven deelnemen, wordt bewezen door de plaats grijpende verdikking van den stam en zijne takken, alsmede door de toenemende digtheid van het weefsel.

Fig. 43.



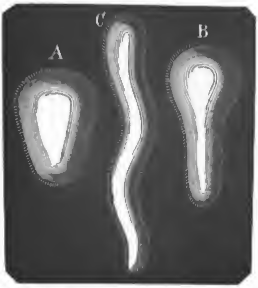
Caryophyllia Smithii.
A kelk geopend, B van boven gezien.
a straalschotten, *b* pali, *c* zuiltje.

In al deze gevallen moet men wel in het oog houden dat de skeletvorming zich van onderen naar boven gestadig voortzet, en dat, terwijl deze in de onderste of oudste gedeelten reeds

volledig is en aldaar geene nieuwvorming meer plaats grijpt, zij daarentegen in de jongere deelen nog slechts ten deele en in de allerjongste nog in het geheel niet bestaat Deze jongste gedeelten, de zoogenaamde polypenhoofdjes, worden dan namelijk gedragen door de reeds verharde gedeelten en kunnen zich in de door de muren en straalschotten gevormde kelken meer of minder volkomen terugtrekken Overigens bestaan er in de betrekkelijke mate van ontwikkeling der bovengenoemde skeletdeelen alsmede in de gedaante der stokken nog talrijke verschillen, waaromtrent wij naar de I[ste] Afd. bl. 1451 en volg. verwijzen.

16. In den jeugdigsten toestand heeft de embryo van een Coelenteraat altijd een trilhaarbekleedsel, waardoor zij in het water rondzwemt (fig. 44). Deze trilhaartjes zijn geplaatst op de cellen van het ectoderma, die zelve contractiel zijn, zoodat het ligchaampje reeds daardoor in meerderen of minderen graad van vorm kan veranderen, gelijk vooral bij de embryones der Anthozoën het geval is. Blijvend wordt als het ware deze contractile toestand van het ectoderma vertegenwoordigd bij *Hydra.*

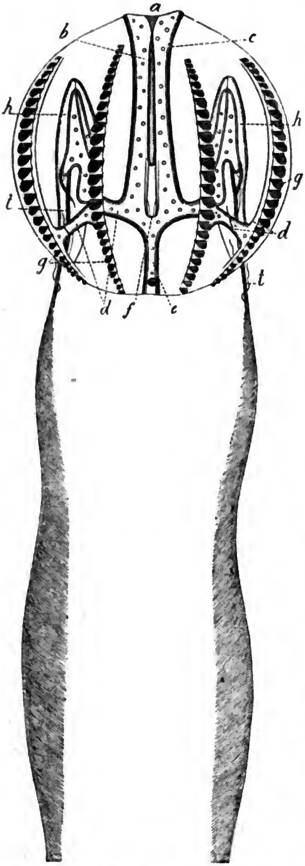
Fig. 44.



Embryones (larven) van *Corallium rubrum*, kort na de geboorte, in verschillende gedaanten (A, B, C), die zij beurtelings aannemen. Sterk vergroot. Naar LACAZE-DUTHIEUS.

Wat de trilhaartjes aanbelangt, zoo verdwijnen deze bij de verdere ontwikkeling of, waar zij blijven bestaan, verliezen zij hunne beteekenis als plaatsbewegingsorganen, met uitzondering echter van eenige Trachymedusen, die een weinig bewegelijk scherm hebben, en van de Ctenophoren, welker buitenvlakte meridiaansgewijs geplaatste rijen van zwemplaatjes draagt, ten getale van acht gelijke of van

Fig. 45.



vier langere en vier kortere rijen (fig. 45). Deze zwemplaatjes, die in eene gestadige golvende beweging zijn, kunnen echter niet eenvoudig beschouwd worden als een overblijfsel van het vroegere trilhaarbekleedsel. Zij zijn integendeel eigene plaatsbewegingsorganen, die niet uit gescheiden trilhaartjes bestaan, maar uit kamsgewijs ingesneden zeer dunvliezige zoompjes of lapjes. Daar de beweging daaraan soms plaatselijk stil staat en dan weder begint, zoude men zelfs kunnen vermoeden dat deze onder de heerschappij van den wil staat.

Waar duidelijk willekeurige bewegingen optreden, geschieden deze overigens door tusschenkomst van spiervezelen, met uitzondering echter van *Hydra*, waar deze althans niet met zekerheid erkend zijn.

Bij de Ctenophoren bestaan zulke spiervezelen,

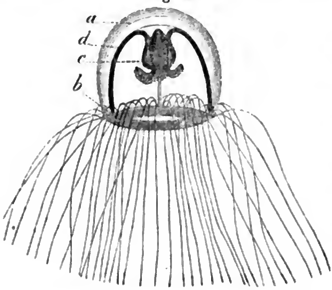
Pleurobrachia (Cydippe) rhododactyla; bij viermalige vergrooting. Naar AGASSIZ.
a mond; *b* maagzak; *c* ligchaamsholte; *d* zijdelingsche takken daarvan; *e* achterste voortzetting daarvan of trechter; *f* spleetvormige openingen in den bodem des maagzaks; *g* rijen van zwemplaatjes; *h* zakvormige ruimten, waarin de vangdraden ontspringen; *t* vangdraden.

die evenwijdig met de straalkanalen loopen. Door hare zamentrekking ondergaat de algemeene ligchaamsgedaante veranderingen, vooral bij de Beroiden, doch die weinig tot de plaatsbeweging medewerken.

Anders is het bij de Medusen (fig. 46). Deze hebben in hun bovenwaarts bol, benedenwaarts hol, buigzaam en voor meer of minder groote vormverandering vatbaar scherm een krachtig zwemorgaan, welks zamentrekking geschiedt door eene spierlaag aan de ondervlakte van het scherm, de zoogenaamde *subumbrella*.

Bij de lagere en in het algemeen ook kleinere vormen (*Hydromedusae*) bestaat deze laag alleen uit eenige kringsgewijs loopende vezelen, doch aan den rand van het scherm zet zich de *subumbrella* als het ware voort in een dunnen, alleen uit de beide epithelien en een spierlaag daartusschen gevormden randzoom (*velum*), die door zijne beurtelingsche zamentrekkingen en verslappingen mede krachtig tot de voortbeweging bijdraagt. Deze randzoom ontbreekt bij de hoogere Medusen (*Eumedusae*) of is daar althans zeer smal, maar daarentegen is de spierlaag in de subumbrella merkelijk zamengestelder, daar zich bij de kringsgewijze ook straalsgewijs loopende spiervezelen voegen. Deze spiervezelen zetten zich ook voort in den maagwand en in de breede vliezige mondarmen, waar deze aanwezig zijn, die ook medewerken tot de voortbeweging.

Fig. 46.



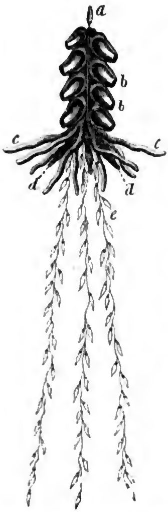
Oceania flavidula; vergroot. Naar GEGENBAUR.
a scherm; *b* randzoom (*velum*); *c* maagsteel; *d* radiale kanalen.

Desgelijks hebben alle andere ligchaamsaanhangsels, voor zoo ver zij zamentrekbaar zijn, — de mondsteel, waar deze voor-

komt, de voel- en vangarmen, — eene overlangs loopende spierlaag.

De met den stok in zamenhang blijvende voortbewegings-individu's der Siphonophoren, de zoogenaamde zwemklokken (fig. 47 *b b*), die de gedaante van kleine Medusa-schermen hebben, bezitten eenen dergelijken spiertoestel als de overige vrij levende Hydromedusen.

Fig. 47.



Physophora Philippi, in natuurlijke grootte.

a luchtblaas; *b b* zwemklokjes; *c c* tasters; *d d* voedingspolypoiden; *e* vangdraden.

In hunne voedingspolypoiden bevindt zich eene spierlaag van overlangs loopende vezelen. Ook in den gemeenschappelijken, zamentrekbaren stam komt een zoodanige voor.

De hydrostatische toestel der Physophoriden, Physaliden en Velelliden, waarvan reeds boven (bl. 48) gewag is gemaakt, bevindt zich altijd in het boveneinde van den stam. Deze toestel bestaat bij de beide eerstgenoemde familien uit een eenvoudige blaasvormige uitzetting (*a*), die bij *Physalia* zich alleen door hare buitengewone grootte onderscheidt. De wand van den zak heeft dezelfde zamenstelling als de stam en bevat derhalve ook eene spiervezellaag. Door de zamentrekking van deze kan de in den zak bevatte lucht zamengeperst en bij eenigen (*Physophora*, *Physalia*) ook door eene opening of kort kanaaltje (*ductus pneumaticus*) naar buiten gedreven worden. Hierdoor ondergaat het specifiek gewigt des ligchaams eene verandering, waarbij dit hetzij rijst of daalt. Bij *Physalia* kan door eene gedeeltelijke zamentrekking van den spierzak ook alleen de vorm van de blaas veranderen, zoodat het zwaartepunt zich verplaatst en aldus andere gedeelten van den boven

het water uitstekenden kam door den wind getroffen worden. De hydrostatische toestel der Velelliden verschilt alleen daarin van die der beide andere familien, dat het dunne en buigzame

Fig. 48.



Loodregte doorsnede van *Porpita mediterranea*; vergroot. Naar Kölliker.

a schijf; *b* middelste kamer der schijf; *c* opperhuid der schijf; *d* randzoom; *e* zoogenaamde lever; *f* centrale polypoid; *g* zijn mond; *h* kleine polypoiden; *i* kleine vangdraden; *k* groote vangdraden; *l* witte plaat, zoogenaamde nier; *m* voorttelingsknoppen.

chitine-bekleedsel, hetwelk ook bij dezen aan de binnenvlakte van den luchtzak voorkomt, en desgelijks bij *Velella* en *Porpita* gedurende den embryonalen toestand de dan nog eenkamerige holte begrenst, zich tot eene veelkamerige plaat ontwikkelt, die door hare stijfheid elke inkrimping en uitzetting van den zak verhindert, welke derhalve tot een eenvoudigen drijftoestel is geworden.

Bij de vastzittende Coelenteraten, de polypvormige voedsters der Hydrozoën en de Anthozoën, bevindt zich eene enkele spiervezellaag digt onder het ectoderma. De dikte dezer spierlaag, die zich ook in de vangarmen voortzet, is in verhouding tot het vermogen van zamentrekking. Reeds bij sommige Hydroidpolypen, vooral uit de familie der Coryniden, bereikt zij eene tamelijke dikte, maar zij is in het algemeen het meest ontwikkeld bij de Anthozoën, vooral bij de Actinien, die trouwens niet blijvend vastgehecht zijn, maar zich met het achter- of benedeneinde van hun ligchaam, dat bij de meesten een breede, vleezige zool of voet vormt, naar willekeur kunnen vastzuigen of zeer langzaam daarop voortkruipen en zich zoo verplaatsen. Eenige Antinien (*Edwardsia*, *Peachia* e. a.) missen zulk een voet, maar hun ligchaam loopt in een stompe spits uit, waarmede zij in het slib of zand van de zee steken. Somtijds (bij *Peachia*) bevindt zich aan het einde daarvan eene

opening. Dit leidt tot die vormen van Actinien (***Myadina***), welke eenen binnenwaarts ingestulpten voet hebben, met eene holte daarin, die met lucht gevuld is en zoo een hydrostatischen toestel daarstelt, waarmede zulke soorten in de volle zee drijvende worden gehouden.

Echinodermen.

17. In de afdeeling der Echinodermen is de ligchaamswand (*perisoma*), als huidspierzak, tot volledige zelfstandigheid gekomen. Deze begrenst de ingewandenholte en staat alleen aan den mond en den aars in verband met den wand van het spijsverteringskanaal, dat echter bovendien door een van den ligchaamswand uitgaand mesenterium op zijne plaats wordt gehouden.

Ofschoon er op den eersten blik groot verschil bestaat in het maaksel van dien ligchaamswand bij de onderscheidene klassen van Echinodermen, zoo leert toch eene nadere beschouwing dat dit maaksel wezenlijk bij allen hetzelfde is en slechts gewijzigd overeenkomstig het overige maaksel, de gedaante, en de daarvan afhangende levenswijze, vooral de wijze van plaatsbeweging der verschillende soorten. Holothurien hebben wel is waar een verlengd, wormvormig ligchaam, dat in zijn geheel voor uitzetting en inkrimping vatbaar is; Asterien, Ophiuren en Crinoiden hebben daarentegen eene voor geene of slechts geringe vormverandering geschikte ligchaamsschijf, vanwaar meer of minder bewegelijke armen uitstralen; terwijl eindelijk bij de Echinoiden het ligchaam zulke bewegelijke uitstralingen mist en onveranderlijk zijne gedaante behoudt.

Deze verschillen zijn grootendeels het gevolg van de ongelijke ontwikkeling van het h u i d s k e l e t, dat dan eens uit verstrooide, onzamenhangende, dan weder uit digt aaneengesloten kalkligchamen bestaat, terwijl deze in weder andere gevallen door ware gewrichten bewegelijk met elkander verbonden zijn.

Bij dit huidskelet voegt zich echter in zeer vele gevallen nog een inwendig kalkskelet, dat al of niet met het eerste in een meer of minder innig verband kan treden. Elk daarvan vordert eene afzonderlijke beschouwing.

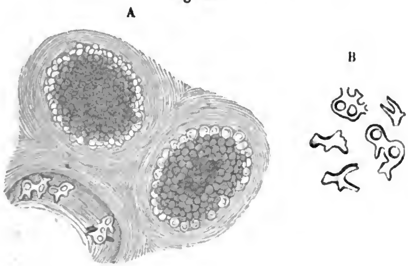
18. Oorspronkelijk vormt zich het huidskelet in de lederhuid, die door eene dunne, uit cellen zamengestelde opperhuid overdekt is, welke eene teedere cuticula afscheidt en ook op eenige punten van trilcilien voorzien is. Bij voortgaande ontwikkeling van het skelet kan echter de opperhuid op vele punten verdwijnen, waarbij dan evenwel de overdekking met de lederhuid blijft bestaan, doch ook deze kan ten slotte op sommige punten ontbreken, en dan ligt de oppervlakte der skeletdeelen zelve bloot. Dit laatste is echter altijd slechts op die punten het geval, waar deze hebben opgehouden te groeijen, zoo als b. v. het buiteneinde van de stekels der Echinoiden. Zoolang de groei voortgaat, geschiedt deze door tusschenkomst der lederhuid, die de matrix van de door haar begrensde skeletdeelen is, even als het periosteum de matrix is van het been bij de Gewervelde dieren. Waar, gelijk bij de Echinoiden, het skelet een onbewegelijke schaal of doos uitmaakt, is deze altijd zamengesteld uit een groot aantal van afzonderlijke stukken, die wel zich aaneensluiten maar door naden en onder tusschenkomst van een dun vlies, waarin de verkalking langs de randen der afzonderlijke schaalstukken voortgaat zoolang het dier groeit, ongeveer op eene dergelijke wijze als ook bij de Gewervelde dieren de schedel in omvang toeneemt door den groei van elk zijner stukken.

Doch ofschoon de wijze van skeletvorming bij de Echinodermen in dit opzigt na met die der Vertebraten overeenstemt, zoo verschilt zij toch zeer van de beenvorming bij dezen

Vooreerst bestaat het skelet der Echinodermen grootendeels uit koolzuren kalk. En in de tweede plaats is het fijnere maaksel een geheel ander. Hoewel er nog vele verschillen voor-

komen, zoo kan men toch in het algemeen elk skeletdeel van een Echinoderm beschouwen als bestaande uit een meer of minder digt net van kalkbalkjes, waarvan de dikwijls zeer regelmatig geplaatste mazen onderscheidene gedaanten kunnen hebben, als rond, vierhoekig, veelhoekig of meer onregelmatig, terwijl de binnenvlakten der balkjes hetzij glad of met kleine tepeltjes bezet zijn. Deze typische zamenstelling komt reeds voor aan het larvenskelet der Ophiuren en der Echinoiden, waaraan men tevens waarneemt, dat het zich vormt in eene structuurlooze grondlaag. Men kan deze vorming het best vergelijken bij die van kristallen in een vocht. Eerst ontstaan dunne kalkstaafjes; aan dezen vormen zich op regelmatige afstanden dwarsstukjes, die vervolgens met de naburige versmelten, en zoo ontstaan laddervormige deelen, die later nog voortgaan aan hunne uiteinden te groeijen, onder vorming van nieuwe dwarstakjes, die vervolgens wederom met anderen zamensmelten en zoo telkens nieuwe mazen doen ontstaan. Ook bij volwassen Echinodermen treft men dikwijls kalkligchaampjes aan, welke nog als het ware in een onvolkomen toestand zijn. Soms, b. v. in de rughuid van *Culcita* (fig. 49) zijn zulke onvol-

Fig. 49.

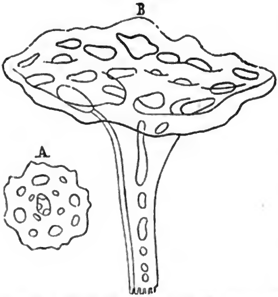


A Holten met kalkligchaampjes in de huid van *Culcita discoidea*.
B Eenige der kalkligchaampjes afzonderlijk.

komen kalkligchaampjes plaatselijk opeengehoopt in bijzondere

holten der lederhuid. Bij het meerendeel der Holothurien (*Aspidochirotae* en *Dendrochirotae*) nemen zij de gedaante aan van zeefplaatjes en zoogenaamde stoeltjes (fig. 50), welke ingekerfde randen, de beginselen van nieuwe mazen, vertoonen. Merkelijk regelmatiger is het maaksel der zoogenaamde ankerplaatjes der Synaptiden (fig. 51) en vooral der radvormige kalkligchaampjes der Chirodoten (fig. 52).

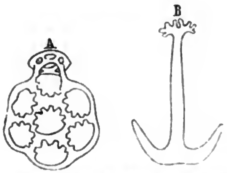
Fig. 50.



Kalkligchaampjes uit de huid van *Holothuria (Sporadipus) squamifera*. Naar SEMPER.
A zeefplaatje; B stoeltje.

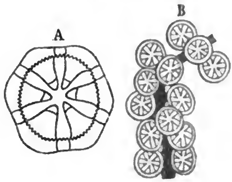
De kalkligchaampjes in de huid der Holothurien kunnen verschillende grootte bereiken. Bij eenige soorten (b. v. *Psolus*, *Echinocucumis*, *Eupyrgus*) worden zij veel grooter dan bij andere en naderen tot elkander, zoodat de door een week weefsel ingenomen tusschenruimten dan geringer worden. Zulke vormen stellen dan een overgang daar tot de Echinoiden, wier skelet eene schaal is, zamengesteld uit vijf- of zeshoekige kalkplaten (fig. 54), die elk uit een zeer regelmatig weefsel van even groote,

Fig. 51.



A ankerplaat, B anker van *Synapta glabra*. Naar SEMPER.

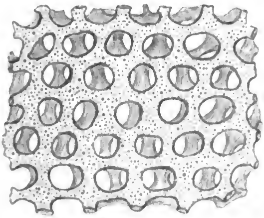
Fig. 52.



B snoer van kalkligchaampjes van *Chirodota violacea*; A een daarvan meer vergroot.

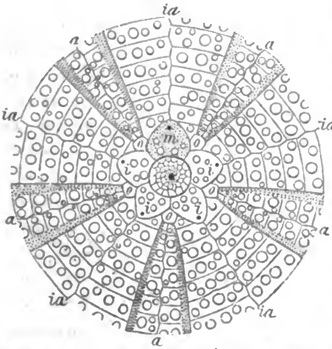
in elkander bedekkende rijen gelegen, door kalkbalkjes begrensde en onderling gemeenschap hebbende mazen bestaan (fig. 53). Doch terwijl bij de Holothurien de ambulacraalpootjes vrij tusschen de kalkplaten naar buiten treden, bevinden zich daarentegen aan het skelet der Echinoiden steeds meridiaansgewijs in dubbele rijen geplaatste kalkplaatjes, die elk een zeker getal (2—10) kleine openingen (ambulacraalporien) hebben, waardoor de ambulacraalpootjes uittreden. Deze rijen van doorboorde kalkplaatjes vormen dan te zamen de **ambulacraalvelden**, waarvan het gewone getal vijf bedraagt, terwijl de rijen van niet doorboorde kalkplaatjes, die daartusschen in gelegen zijn, **interambulacraalvelden** heeten. Alleen in het kleine topveld ontbreken deze elkander afwisselende velden. Dit topveld vertegenwoordigt de anti-ambulacraalstreek, die bij Asterien, Ophiuren en Crinoiden veel uitgebreider is en de geheele rugzijde des ligchaams inneemt. Bij de regelmatige Echinoiden is het zamengesteld uit twee kransen, elk bestaande uit vijf

Fig. 53.



Stukje der schaal van *Echinocardium cordatum*.

Fig. 54.



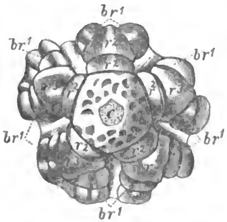
Bovenvlakte der schaal, met het topveld, van *Sphaerechinus esculentus*. *a* ambulacraalvelden; *ia* interambulacraalvelden; *i i i i* genitaalplaatjes; *m* madreporenplaat; *o o o o o* oogplaatjes.

kalkplaatjes, namelijk vijf grootere welke de schaalaarsopening omringen en g e n i t a a l p l a a t j e s heeten, omdat er de voorttelingsorganen door uitmonden, en vijf daarmede afwisselend geplaatste kleinere plaatjes, die, wegens de daaraan voorkomende pigmentvlekjes, als o o g p l a a t j e s onderscheiden worden.

Van dit meest geregelde maaksel kunnen echter verscheidene afwijkingen bestaan, waaromtrent wij echter hier in geene bijzonderheden treden maar naar de I[ste] Afdeeling verwijzen.

Onder de overige klassen treft men zulk een uit onbewegelijk verbonden stukken gevormd skelet nog alleen aan bij de Crinoiden, waar de zoogenaamde kelk, d. i. de benedenwaarts gekeerde rugvlakte of anti-ambulacraalstreek (fig. 55), gevormd wordt door eenige kransen van straalsgewijs geplaatste plaatjes, waarvan de middelste het verband met den althans in de jeugd aanwezigen steel daarstellen en daarom g r o n d p l a t e n (*basalia*) heeten, terwijl de daaraan ingehechte rijen van plaatjes, waarvan de verste de armen dragen, als s t r a a l p l a t e n (*radialia primaria*, *secundaria*, *tertiaria*) worden onderscheiden. Het typisch getal der plaatjes in elk dezer kransen is vijf, even als in het topveld der Echinoiden. Maar dat der grondplaten en der eerste straalplaten kan, door onderlinge versmelting van oorspronkelijk gescheiden stukken, verminderen tot vier, drie of (bij *Comatula*) zelfs tot één enkel stuk. Ook kunnen zich bij de reeds genoemde platen in bepaalde gevallen nog andere stukken voegen, welke dan als b ij - g r o n d p l a t e n (*parabasalia*) en t u s s c h e n - s t r a a l p l a t e n (*interradialia*) onderscheiden worden.

Eig. 55.

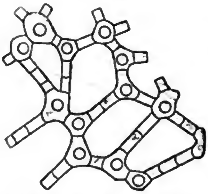


Onder- of rugvlakte van den kelk van *Comatula rosacea*. Vergroot. *c* middenplaat; r^2 tweede *radialia*; r^3 derde *radialia*; br^1 eerste *brachialia*.

Bij de Asterien en Ophiuren wordt de rug- of anti-ambula-

craalvlakte niet door zulk een vast gesloten skelet gesteund, hoewel er ten dien aanzien in deze groepen nog velerlei graden bestaan, en ook de gedaante der kalkstukken, die aldaar het skelet zamenstellen, zeer uiteen loopt. Dan eens hebben deze nog de gedaante van kleinere of grootere plaatjes of schubjes, dan weder die van meer of minder regelmatige cylindrische staafjes (fig. 56), die met hunne uiteinden elkander ontmoeten en zoo als balkjes rondom drie- of meer-hoekige ruimten geplaatst zijn, waarin de niet verkalkte door hen gesteunde overige lederhuid besloten is.

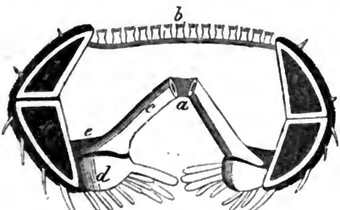
Fig. 56.



Gedeelte van het rug- en huidskelet van *Uraster rubens*. Vergroot.

Ook aan de bewegelijke armen der Asterien en der Ophiuren behoort nog een gedeelte der daar aanwezige kalkplaten tot het huidskelet. Bij de Asterien zet zich de anti-ambulacraalstreek van het middenligchaam over de rugvlakte der armen voort en heeft een gelijk maaksel als deze, terwijl ook de randen der armen van grootere of kleinere randplaten voorzien zijn (fig. 57), welke eene voortzetting zijn van dergelijke randplaten aan de tusschenstraligegedeelten des ligchaams. De onderste en binnenste daarvan staan dan door tusschenkomst van afzonderlijke stukken, de adambulacraalplaten, met de tot het inwendige skelet behoorende wervelstukken in verband (fig. 58 volg. bl.).

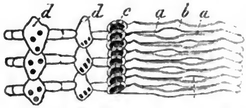
Fig. 57.



Skelet van een arm van *Astropecten aurantiacus*, op de doorsnede gezien; iets vergroot. *a* ambulacraalgroeve; *b* rugvlakte met *paxillae* bezet; *c* wervel; *d* verbindingstuk of adambulacraalplaat; *e* jukstuk; *f* buikrandplaat; *g* rugrandplaat.

Bij de Ophiuren wordt de lederhuid der lange armen gesteund door vier rijen van eenigzins bolle, schubvormige plaatjes, waarvan twee aan de rug- en buikvlakte en de twee andere aan de zijden der armen gelegen zijn (fig. 59). Deze ontbreken echter bij de Euryaliden, bij welken het huidskelet in het algemeen veel minder ontwikkeld is.

Fig. 58.



Gedeelte van het skelet der eene helft van een arm van *Uraster rubens*. Vergroot.

a a wervelstukken; *b b* openingen voor doortreding der ambulacraalpootjes; *c* adambulacraalplaten; *d d* randplaten.

Fig. 59.



Doorsnede van een arm van *Ophiocoma echinata*.

a wervelschijfje.

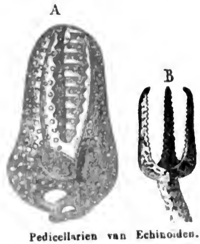
Voorts behooren ook nog tot het huidskelet velerlei buiten de ligchaamsoppervlakte uitstekende aanhangsels, die zich alle binnen de lederhuid vormen, ofschoon zij later ten deele bloot liggen. Wij noemen hier slechts de stekels der Echinoiden, die der armen van vele Ophiuren, de penseelstekels van vele Asterien (fig. 60), de ankers der Synaptiden (fig. 51 bl. 62), de twee- of driekleppige pedicellarien der Echinoiden en Asterien (fig. 61).

Fig. 60.



Penseelstekels (*paxillae*) van *Astropecten*. Vergroot.

Fig. 61.



Pedicellarien van Echinoiden. A gesloten, B geopend. Vergroot.

Meestal zijn die aanhangsels bewegelijk verbonden aan de diepere deelen van het huidskelet; zoo elk der stekels van de Echinoiden door een hol gewrichtskommetje, waarin een bol knobbeltje der schaal past.

Eigendommelijk is het verband der ankers van de Synaptiden

met de reeds vermelde ankerplaten; aan elk van dezen bevindt zich namelijk een soort van beugeltje, waarin het verdikte en gewoonlijk vertakte einde van den steel van het anker grijpt en daardoor vast gehouden wordt.

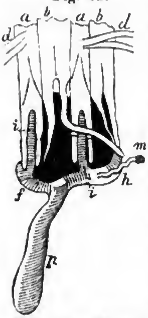
19. Het inwendige skelet kan bij verschillende Echinodermen nog op zeer ongelijke wijze ontwikkeld zijn. Zijne vorming geschiedt in de bindweefsellaag, welke, als een peritoneaal-bekleedsel, zich tegen de binnenvlakte van den huidspierzak aanlegt, van daar aan het vooreinde van den slokdarm en aan het achtereinde van het rectum op de buitenvlakte van het darmkanaal overgaat, bij de Holothurien zich ook over de waterlong uitstrekt en voorts nog plooijen uitzendt, waardoor hetzij het darmkanaal bevestigd wordt gehouden (mesenteriaalplooijen), of die zich als een soort van tusschenschotten (*septa*) in de ligchaamholte van de rug- naar de buikzijde begeven. Waar bewegelijke armen zijn, zet zich deze laag ook daarin voort.

Het is nu deze laag, welke de *matrix* van het inwendige skelet is, d. i. zij kan plaatselijk de zetel eener verkalking zijn, maar in zeer ongelijken graad, zoodat, even als bij de Gewervelde dieren, zeer dikwijls slechts weeke vliezige deelen voorkomen daar waar bij andere soorten deze door een kalkskelet vervangen zijn. Somtijds, zooals aan het darmkanaal en aan de waterlong der Holothurien, bestaan de verkalkte gedeelten slechts uit eenige hier en daar verstrooide kalkplaatjes van onregelmatigen vorm. Dergelijke, maar digter opeen gelegen, omgeven de aarsopening der regelmatige Echinoiden. Maar in de meeste gevallen nemen de verkalkte deelen eenen regelmatigen vorm aan en staan onderling en desgelijks met stukken van het huidskelet, hetzij in een vast of in een bewegelijk verband.

Het algemeenst komt dat gedeelte van het inwendige skelet tot stand, hetwelk in den omtrek van den mond en het vooreinde van den slokdarm is gelegen en daar een ring daarstelt,

waardoor deze heengaat, en die tevens nog tot steun voor andere tot het zenuwstelsel, het bloedvaatstelsel en het watervaatstelsel behoorende deelen dient. Deze kalkmondring bestaat bij de Holothurien (fig. 62), — waar hij het eenige tot geheele ontwikkeling gekomen inwendig skeletdeel is, — gewoonlijk uit tien stukken, bij sommige Synaptiden echter uit een grooter aantal. Deze stukken zijn hetzij door gewrichten (bij vele Dendrochiroten) of door naden en tusschengevoegde bandmassa verbonden. Waar tien stukken aanwezig zijn, behooren vijf tot de ligchaamsstralen en vijf tot de tusschenstralen. Elk der straalstukken heeft nabij zijn vooreinde hetzij (bij de Synapten) eene opening of eene eenvoudige insnijding voor den doorgang der zenuw, van het bloedvat en het ambulacraalkanaal van het daarachter gelegen ligchaamsgedeelte.

Fig. 62.

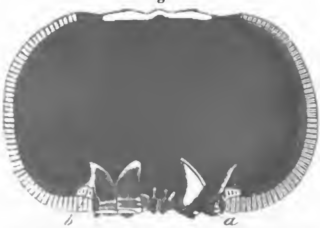


Kalkkring en ringkanaal van *Molpadia chilensis*, naar J. Müller.

a a radiale stukken van den kalkring; *b b* interradiale stukken; *dd* lengtespieren aan *a* bevestigd; *f* ringkanaal; *p* Polische blaas; *i* takken van het ringkanaal naar de voelers; *h* steenkanaal; *m* madreporenplaat.

Aan dezen kalkmondring der Holothurien beantwoordt een dergelijke ring bij de Echinoiden (fig. 63), die echter vast vereenigd is met den binnenrand der schaalmondopening. Zij bestaat uit gepaarde stukken, die uitsteeksels (zoogenaamde *auriculae*) hebben, welke hetzij insnijdingen of openingen begrenzen voor den doorgang der zenuwen en vaten. Het normale getal dezer stukken (bij de regelmatige Zeeëgels) is vijf paren, maar het kan ook tot vier

Fig. 63.

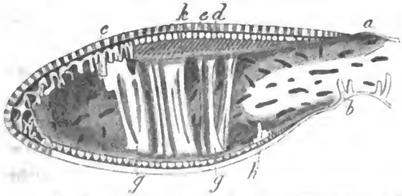


Loodregte doorsnede der schaal van *Cidaris*, de inwendige holte vertoonende, met een gedeelte van den kalkmondring *a* en van het inwendige schaalskelet *b*.

dalen (bij de Clypeastriden). Ook de betrekkelijke grootte dezer stukken biedt veel verschil aan. In het algemeen is de kalkmondring het meest ontwikkeld bij die vormen (*Cidaridae*, *Echinidae*, *Clypeastridae*), die eenen kaauwtoestel bezitten. Dit hangt zamen met de omstandigheid dat een gedeelte der spieren, welke voor de beweging van dezen dienen, aan den kalkmondring zijn ingeplant. Deze kaauwtoestel, ofschoon uit verkalkte stukken zamengesteld, behoort niet tot het eigenlijke skelet, maar is als een bijkomend orgaan te beschouwen, dat tot grijpen van het voedsel dient en derhalve tot de spijsverteringsorganen behoort.

Behalve den genoemden kalkmondring kunnen in bepaalde gevallen nog andere verkalkte deelen van een inwendig skelet aanwezig zijn. Bij sommige Cidariden wordt de kalkmondring omgeven en gesteund door een tweeden ring van kalkstukjes (z. fig. 63 *b*). Maar het meest ontwikkeld vertoont zich het inwendig skelet bij vele Clypeastriden: de geheele binnenvlakte der

Fig. 64.



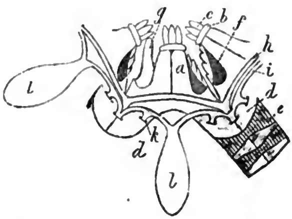
Loodregte doorsnede van een gedeelte der schaal van *Clypeaster rosaceus*, de inwendige holte vertoonende. *a* top; *b* kalkmondring; *c* gedeelte van het inwendige skelet nabij den rand der schaal; *d ambulacrum petaloideum*; *e* kalkbalkjes; *k* ambulacraalporien; *g g* groote kalkbalken, van de boven- naar de onderzijde der schaal; *h* een kleiner kalkbalkje.

schaal, alleen met uitzondering der porienrijen aan de ambulacra, heeft hier een uit kalkbalken bestaand bekleedsel, dat zich op vele punten druipsteensgewijs in de holte der schaal uitstrekt en op sommige plaatsen zelfs de rug- en buikvlakte der schaal verbindt (fig. 64). In het middengedeelte van elk der *ambulacra petaloidea* liggen deze kalkbalkjes op regelmatige

rijen achter elkander en vertegenwoordigen aldaar de bewegelijke wervelstukken in de armen der Asterien en Ophiuren.

In deze beide laatstgenoemde afdeelingen komt het inwendig skelet tot zijne hoogste ontwikkeling. Behalve door de reeds (blz. 65) vermelde, tot het huidskelet behoorende deelen wordt namelijk elke arm gesteund door een kolom van wervelstukken, die door gewrichten bewegelijk met elkander verbonden zijn, en waarvan de voorste, zich tot in de ligchaamsschijf uitstrekkende, aldaar in vereeniging met de voorste stukken van de overige armen, mede eenen ring rondom den mond vormen, die als het homologon van den kalkmondring der Holothurien en Echinoiden moet worden beschouwd.

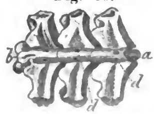
Fig. 65.



Binnenzijde van de mondhoeken, met den zenuwring en het ringkanaal van *Ophiolepis ciliata*. Naar Joh. Müller. *a* mondhoekstukken; *b torus angularis*; *c palae dentales*; *d* eerste ambulacraalwervel des arms; *e* spieren; *f* holte voor de mondvoelers *g*; *h* zenuwring, gelegen in zijne groeve; *i* ringkanaal; *k* tak daarvan in eene opening van den eersten ambulacraalwervel voor de mondvoelers *g*; *l* Polische blazen.

Bij de Ophiuren bestaat het armskelet uit een enkele zoodanige kolom of keten van wervelstukjes (fig. 65 en 66), die in hun middengedeelte het dikst zijn en aan hunne onderzijde eene doorloopende groeve hebben, ter opneming van het ambulacraalkanaal en den zenuwstam, terwijl de ambulacraalpootjes door kleine zijdelingsche openingen tusschen de buik- en randplaatjes van het huidskelet (fig. 59 bl. 66) naar buiten treden. Elk der genoemde wervelstukken kan echter beschouwd worden als

Fig. 66.



Drie armwervels van *Ophiolepis ciliata*. Vergroot.
a b groeve voor het ambulacraalkanaal en den zenuwstam; *d d* zijdelingsche openingen voor de dwarstakjes van het ambulacraalkanaal, die naar de ambulacraalpootjes gaan.

Fig. 67.



Eenige wervelschijfjes uit een arm van *Astrophyton arborescens*.

Fig. 68.



Eenige gelediugstukken van een arm van *Astropecten aurantiacus*.

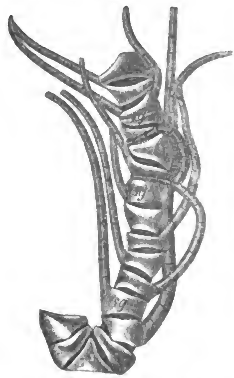
a ambulacraalgroeve; *b* wervelstukken; *c* opening daartusschen voor het naar buiten treden der ambulacraalpootjes, *d* buikrandlaten.

bestaande uit twee helften. Deze helften nu treden bij de Asterien als gescheiden deelen op en begrenzen de ambulacraalgroeve, waaruit hier de ambulacraalpootjes te voorschijn komen (fig. 68). De wervelketen der Asterien bestaat derhalve uit gepaarde stukken, die elkander in de middellijn, aan de buikzijde van het dier (z. fig. 57 bl. 65), onder eenen hoek ontmoeten, welke zich vergrooten en verkleinen kan, tot verwijding en vernaauwing der ambulacraalgroeve, terwijl zij ter weerzijde, door tusschenkomst der reeds vermelde adambulacraalplaten en soms nog bovendien door daarboven geplaatste jukstukjes, met de randplaten der armen bewegelijk verbonden zijn. Ook de gedaante der wervelstukken verschilt van die der Ophiuren. Zij is in het algemeen staafvormig, maar elk zoodanig staafje is hetzij alleen in zijn middengedeelte of op twee plaatsen verdund en in het laatste geval ook eenigzins gebogen (z. fig. 58 bl. 66). Hierdoor blijven openingen tusschen de digt aaneen gesloten liggende wervelstaafjes, waardoor de ampullae die aan de binnen- of rugzijde daarvan gelegen zijn, gemeenschap hebben met de ambulacraalpootjes, die ter weerzijde der groeve hetzij in eene of in twee rijen naar buiten treden. Dat werkelijk deze wervels, in weerwil van hunnen zamenhang met het uitwendige skelet, daartoe niet behooren, blijkt uit de plaats die zij innemen ten opzigte van het ambulacraalkanaal en den zenuwstam, die niet boven de wervels, d. i. naar de zijde der ligchaamsholte, maar in de door hen gevormde groeve, derhalve aan de onder- en buikzijde der wervels gelegen zijn, waar zij nog door eene dunne vliezige huid overdekt worden. Deze rijen van wervels zijn derhalve geenszins vergelijkbaar met de rijen van ambulacraalplaatjes der Echinoiden, maar alleen met de boven (bl. 69) vermelde, bij sommige dezer klasse voorkomende rijen van staafjes aan de binnenzijde der ambulacraalvelden.

Als desgelijks tot het inwendige skelet behoorende moeten hier de 10 kalkribben vermeld worden, welke het ligchaam der Euryaliden steunen. Deze kalkribben zijn straalsgewijs geplaatst, en daardoor ontstaan even zoo vele uitwendig zigtbare uitpuilingen.

Wat de geledingstukken van het armskelet der Crinoiden en der daarvan uitgaande *pinnulae* betreft, zoo bewijst de plaatsing der ambulacraalgroeve en der spieren aan de binnenzijde daarvan, dat zij mede als tot het inwendige skelet behoorende moeten beschouwd worden. Daar de armen echter zich tevens als uitstralingen van de tot den kelk behoorende straalstukken vertoonen, zoo bestaat er ook grond om in die geledingstukken eene zamensmelting van deelen van het huidskelet met deelen van het inwendige skelet te zien. Ook deze geledingstukken zijn een soort van wervels, doch die in gedaante zoowel verschillen van die der Asterien als van die der Ophiuren. In het algemeen zijn zij schijfvormig (fig. 69), maar aan de rugzijde dikker dan aan de buikzijde, waardoor de binnenwaartsche ombuiging der armen met gemak plaats heeft maar de buitenwaartsche daarentegen beperkt wordt. Aan hunne naar elkander toe gekeerde oppervlakten bevinden zich straalsgewijze kanten en groeven, zoo geplaatst dat deze in elkander grijpen en daardoor eene draaijende beweging der wervels om hunne as beletten. Hier en daar, op zekere afstanden, zijn twee wervels tot een dubbelwervel (*sizygium*) zamengesmolten. Midden door de as der gezamen-

Fig. 69.



Gedeelte van het skelet van een arm van *Comatula rosacea*. r^3 derde *radiale s. axillare*; *sg sizygia*. Naar CARPENTER.

lijke wervels loopt een kanaal, gevuld met eene weeke zelfstandigheid, die het overblijfsel is van het plasma, waarin zich de wervels gevormd hebben.

20. Het spierstelsel der Echinodermen is bij onderscheidene vormen in ongelijke mate ontwikkeld, in overeenstemming met de meerdere of mindere bewegelijkheid van het ligchaam en van zijne deelen. Het maakt een gedeelte van den huidspierzak uit en neemt in het algemeen de ruimte in tusschen de lederhuid en de bindweefsellaag die de binnenvlakte der ligchaamsholte bekleedt, of, waar in deze beiden zich een skelet gevormd heeft, tusschen het huidskelet en het inwendige skelet. Bestaat het laatstgenoemde uit bewegelijke stukken, dan zijn spieren daaraan ingeplant.

Het eenvoudigst is de inrigting van het spierstelsel bij de Holothurien. Hier bestaan twee lagen: eene buitenste, onmiddelijk onder de lederhuid, die uit overdwars loopende vezelen, en eene binnenste, die uit overlangs loopende vezelen is zamengesteld. Geen van beiden vormen echter een gesloten spierzak. De overdwarse spierlaag is op vijf plaatsen, namelijk langs de ligchaamsstralen, afgebroken, en bepaalt zich eigenlijk dus slechts tot de tusschenstralige gedeelten. Alleen bij de Synaptiden komt deze afbreking niet voor. De overlangsche spierlaag bestaat uit tien bandvormige spieren, die paarsgewijs langs de ligchaamsstralen gelegen zijn; dikwijls echter zijn deze spierparen tot vijf enkele spierbanden versmolten. Elk dezer spieren is aan haar vooreinde ingeplant aan den kalkmondring en strekt zich tot aan het achtereinde der ligchaamsholte uit.

Door de werking dezer beide spierlagen kan het ligchaam zich beurtelings vernaauwen of verkorten. Bij de Echinoiden, waar de vaste schaal zulke vormveranderingen des ligchaams belet, worden deze spierlagen dan ook grootendeels gemist. Van de overlangsche spieren is alleen het voorste gedeelte overgebleven, dat zich aan den kalkmondring inplant en dient

tot beweging van den kaauwtoestel. De overdwarse spieren ontbreken geheel. Daarentegen bestaan in deze klasse talrijke kleine huidspiertjes, waardoor de aan de buitenzijde der schaal geplaatste skeletdeelen (stekels en pedicellarien) bewogen worden, en die vergeleken kunnen worden bij de huidspieren der Zoogdieren en Vogels, die ter beweging der vederen en der haren dienen.

Bij de Asterien treft men nog korte dwarse spieren aan tusschen de gepaarde wervelstukken. Zij vormen twee afdeelingen die antagonistisch werken. De eerste bevindt zich aan de buikzijde der ambulacraalgroeve, over het ambulacraalkanaal en dient tot vernaauwing, de tweede ligt aan de rugzijde der wervelstukken en dient tot verwijding der groeve.

In de groepen der Ophiuren en der Crinoiden ontbreken de dwarse spieren, maar zoowel bij hen als bij de Asterien zijn de lengtespieren in de ligchaamsstralen en daarvan uitgaande armen aanwezig. Zij zijn hier echter geen doorloopende banden, zooals bij de Holothurien, maar in even zoo vele stukken gescheiden als het getal der wervels bedraagt. Bij de Asterien strekt zich in elk der kleine ruimten tusschen de achter elkander gelegen wervelhelften een korte spier uit. Door de gezamenlijke werking van al deze spieren wordt de arm gebogen. De aldus mogelijke beweging is echter beperkt, vergeleken met die der Ophiuren, waar de geheele buitenste ruimte, die open gelaten wordt langs het dunnere buitenste gedeelte der wervels, met spiermassa gevuld is, door welker gedeeltelijke zamentrekking zich de armen in alle rigtingen kunnen bewegen.

Anders weder is het bij de Crinoiden. Hier bevinden zich alleen spieren aan de buikzijde der armen en desgelijks aan die der *pinnulae*. Hunne zamentrekking doet deze deelen alleen buigen, maar voor de terugbuiging dienen veerkrachtige banden langs de rugzijde der wervelstukken.

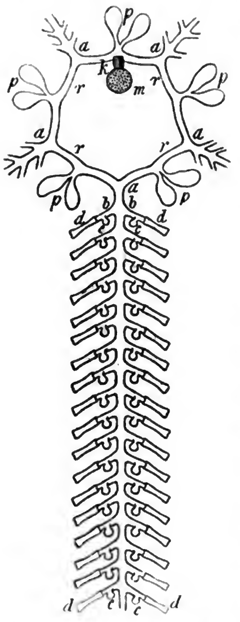
21. De bewegingen van het ligchaam en zijne deelen, die het gevolg zijn van de zamentrekking der spieren kunnen ook

plaatsverandering bewerken, en bij de Synaptiden zijn zij zelfs de eenige oorzaak daarvan. Alle Echinodermen echter zijn in het bezit van een stelsel van organen, dat, hoewel het geenszins uitsluitend voor de plaatsbeweging dient, toch daarin zijne hoofdverrigting vindt. Wij bedoelen het ambulacrale watervaatstelsel. Dit stelsel is inderdaad een der meest eigendommelijke bijzonderheden in het maaksel der Echinodermen en reeds op zich zelf voldoende om hen tot eene eigene groep van dieren te stempelen.

Uit een streng morphologisch standpunt beschouwd, bestaat het ambulacrale watervaatstelsel eigenlijk uit twee afdeelingen, waarvan alleen de eerste, als behoorende tot den huidspierzak, in dit hoofdstuk te huis behoort, namelijk: 1° de buiten het ligchaam uitstekende ambulacraalbuisjes, waartoe ook de ambulacraaalpootjes, of parapodien behooren, en 2° den zich binnen in het ligchaam bevindenden toestel van vaten en blaasjes, welke dient om die ambulacraalbuisjes door inspuiting te doen zwellen (fig. 70 volg. bl.). Laatstgenoemde afdeeling van het watervaatstelsel heeft zich van uit het darmkanaal ontwikkeld. Voor de duidelijkheid der beschrijving is het echter verkieslijk ook dit gedeelte hier ter plaatse te behandelen. Men zoude het stelsel van ambulacraalbuisjes ook het peripherische gedeelte van den toestel kunnen noemen. Het bestaat altijd uit holle, blind eindigende buisjes, welker wand een spierlaag bevat, waardoor zij zich kunnen zamentrekken en die in het algemeen voor sterke uitzetting en inkrimping vatbaar zijn Zij treden door openingen in den ligchaamswand naar buiten. Deze openingen staan meestal op straalsgewijze rijen, zelden (bij sommige Holothurien) op meer onregelmatige wijze verstrooid. Al naar gelang het skelet tot meer of minder volledige ontwikkeling komt, bevinden zich deze openingen eenvoudig in de lederhuid (Holothurien), of in plaatjes die tot het huidskelet behooren (Echinoiden), of tusschen bewegelijk verbonden stukjes hetzij van het huidskelet (Ophiuren) of van het inwendige skelet (Asterien).

Niet alle zich buiten de ligchaamsoppervlakte uitstrekkende ambulacraalbuisjes verdienen echter den naam van **pootjes**. Die naam kan alleen gegeven worden aan de zoodanige die voor de plaatsbeweging dienen en welke aan die gedeelten van het ligchaam naar buiten treden, welke met den bodem in aanraking komen. De zoodanigen zijn rolrond, onverdeeld en hebben een stomp, eenigzins gezwollen, min of meer schijfvormig uiteinde, dat soms nog eene indeuking vertoont, als ware het een zuignapje. Bij vele Echinoiden wordt dit laatste nog gesteund door een rond kalkplaatje, dat zeefsgewijs van openingen doorboord is. De lengte, die deze ambulacraalpootjes kunnen bereiken, verschilt zeer en wordt vooral bepaald door het al of niet voorhanden zijn van stekels en de lengte van dezen. Waar deze ontbreken, zoo als bij de Holothurien, zijn de ambulacraalpootjes kort. Iets langer zijn zij in het algemeen bij de Asterien, waar zij uit de diepte der ambulacraalgroeve te voorschijn komen, en bij vele Ophiuren, waar zij zich tot buiten het einde der stekels uitstrekken, waarmede de armen meestal bezet zijn. De grootste lengte bereiken zij bij sommige

Fig. 70.

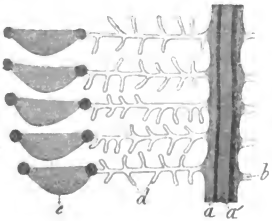


Schematische voorstelling van het ambulacraalstelsel van een Zeester.

m madreporenplaat; *k* steenkanaal; *r r r* ringkanaal; *p p p* Polische blaasjes; *a a a* radiale kanalen; *b b* dwarskanaaltjes; *c c* ampullen; *d d* parapodien of ambulacraalpootjes.

Echinoiden, bepaaldelijk die uit de familien der Cidariden en Echiniden, waaronder soorten voorkomen, bij welken de stekels, en bij gevolg ook de ambulacraalpootjes, verscheidene centimeters lang worden.

Fig. 71.



Gedeelte van een *ambulacrum petaloideum* van *Arachnoides placenta*, van de binnenvlakte gezien. Naar J. Müller.

a ambulacraalkanaal en doorschijnende zenuwstam *a'*; *b* dwarstakken van het ambulacraalkanaal; *d ampullae* voor de ambulacraalpootjes; *c ampullae* voor de ambulacraalkieuwen.

Morphologisch met de ambulacraalpootjes overeenstemmende, maar er door de verrigting van verschillende, zijn nu verscheidene andere deelen, die, reeds uit hoofde van de door hen ingenomen plaats, bij de voortbeweging geen dienst kunnen doen, maar hetzij als ademhalingsorganen of als tastwerktuigen moeten beschouwd worden. Daartoe behooren de voelers der Holothurien, die in een krans rondom den mond geplaatst zijn, meestal ten getale van vijf, soms echter meer en dan meestal een meervoud van dit getal. Deze voelers kunnen nog ongeveer de gedaante van ambulacraalpootjes, d. i. die van eenvoudige, stomp eindigende buisjes hebben (*Haplodactyla*, *Molpadia*, sommige Synaptiden). Meestal echter eindigen zij in knodsachtige verdikkingen (*Aspidochirotae*) of verdeelen zij zich in een grooter of kleiner getal van takken (*Dendrochirotae*). Deze voelers kunnen, op gelijke wijze als de ambulacraalpootjes, door inspuiting van het in de centrale deelen van het stelsel bevatte vocht, worden uitgezet en gespannen of door zamentrekking der spierwanden inkrimpen en dan in meerdere of mindere mate teruggetrokken worden in de ruimte rondom den mond.

Met deze voelers der Holothurien zijn waarschijnlijk vergelijkbaar de kleine, boomsgewijs vertakte, zoogenaamde mondkieuwen, die bij vele Echiniden, ten getale van

tien, uit insnijdingen aan den rand van de schaalmondopening te voorschijn komen. Een zamenhang met het inwendige watervaatstelsel is echter tot dusverre niet met zekerheid gebleken. Zulk een verband is echter wel erkend bij de mondvoelers der Ophiuren (fig. 65 bl. 70).

Ook aan de nimmer met den bodem in aanraking komende rugzijde van verscheidene Holothurien bevinden zich voor uit- en instulping vatbare ambulacraalbuisjes, welke echter van de aan de buikzijde geplaatste pootjes verschillen door het gemis van het gezwollen schijfvormig uiteinde.

Als desgelijks daartoe behoorende moeten de aan de rugzijde der Clypeastiden en Spatangiden naar buiten tredende kleine aanhangsels beschouwd worden, die gewoonlijk in eenige knopjes of korte takjes eindigen, alsmede andere grootere, meer bladvormige aanhangsels, met vedersgewijs ingesneden randen, die uit de aan het midden van den rug der schaal straalsgewijs geplaatste *ambulacra petaloidea* te voorschijn komen en gewoonlijk als kieuwen beschouwd worden.

Eindelijk moeten wij hier ook de korte, zoogenaamde voelertjes vermelden, die bij de Crinoiden aan de buikzijde der armen staan.

Het inwendige gedeelte van het ambulacraalstelsel bestaat typisch uit de volgende deelen (fig. 70 bl. 76): 1° een ringkanaal rondom den slokdarm; 2° een of meer daarmede in verband staande, zamentrekbare Polische blaasjes; 3° het steenkanaal, dat zich in het ringkanaal opent en aldus genoemd wordt, omdat zich in zijnen wand somtijds, maar geenszins altijd, kalkdeelen bevinden; aan het andere einde daarvan bevindt zich 4° de madreporenplaat, zijnde een uit een kalkplaatje bestaande zeeftoestel ter filtreering van het in het steenkanaal en vandaar in het ringkanaal tredende zeewater; 5° vijf radiale kanalen, die uit het ringkanaal ontspringen en op gelijke afstanden straalsgewijs aan de binnenzijde van den

ligchaamswand verloopen; uit deze radiale kanalen ontspringen ter weerzijde dwarstakjes, die, hetzij regtstreeks of na zich nogmaals vertakt te hebben, zich in de naar buiten tredende ambulacraalbuisjes en pootjes openen; en 6° een gelijk aantal kleine fleschvormige blaasjes, *ampullae*, geplaatst aan de punten, waar de genoemde dwarstakjes zich in de ambulacraalbuisjes openen; door hunne zamentrekking wordt het water in deze laatsten gedreven, terwijl wederkeerig, wanneer deze zich zamentrekken, het water in de ampullae opgenomen wordt. Het in dit stelsel van kanalen en blaasjes bevatte vocht kan zich derhalve door beurtelingsche zamentrekking of verslapping der spierwanden van de verschillende deelen verplaatsen. Bovendien wordt daarin eene geregelde strooming onderhouden door de beweging van trilhaartjes, waarmede hunne binnenvlakte bezet is.

Van de genoemde deelen kunnen in sommige gevallen er eenige ontbreken. Bij de Synaptiden worden, tevens met de ambulacraalpootjes, ook de radiale kanalen en de ampullae gemist. De Crinoiden (*Comatula*) hebben wel een ringkanaal en radiale kanalen, maar het steenkanaal, de madreporenplaat, de Polische blaasjes en de ampullae zijn niet aanwezig.

Verdere verschillen zijn de volgende.

Bij de Holothurien (fig. 62 bl. 68) bedraagt het getal der Polische blaasjes meestal slechts één, soms twee, zelden (bij eenige Synaptiden) meer. Daarentegen hebben de Echinoiden, Asterien en Ophiuren altijd een grooter getal dezer blaasjes, die straalsgewijs in verschillende plaatsen van het ringkanaal monden.

Uit het ringkanaal der Holothurien en evenzoo bij de Ophiuren ontspringen ook vijf of tien kanalen, die zich voorwaarts naar de voelers begeven.

De aanmerkelijkste verschillen vertoonen zich in het steenkanaal en in de door de madreporenplaat ingenomen plaats. Meestal is er slechts een enkel steenkanaal en bij gevolg ook een enkele madreporenplaat. Toch komen er uitzonderingen op dien regel voor. Eenige Synaptiden en Asterien bezitten

namelijk verscheidene steenkanalen en even zoo vele madreporenplaten. Bij eerstgenoemden, evenals bij alle andere Holothurien hangen deze steenkanalen met de madreporenplaat (die hier dikwijls kalkzak genoemd wordt) aan het einde (fig. 62 *m*, bl. 68), vrij in de met zeewater gevulde ligchaamsholte. Daarentegen ligt bij de overige Echinodermen de madreporenplaat aan de ligchaamsoppervlakte, hetzij aan de rugzijde (Echinoiden, Asterien) of aan de buikzijde, naast den mond (Ophiuren). In dit geval is derhalve ook het steenkanaal niet vrij maar strekt zich van de tot den ligchaamswand behoorende madreporenplaat naar het ringkanaal uit. De lengte van dit kanaal wordt bepaald door den afstand welke beide scheidt. Zoo is het zeer kort bij de Ophiuren, zeer lang daarentegen bij die vormen van Echinoiden, welke eene hoog gewelfde schaal hebben.

De genoemde verschillen zijn het gevolg van de verschillen in den ontwikkelingsgang bij onderscheidene klassen. Bij de larven der Echinodermen vertoont zich het eerste beginsel van het ambulacrale watervaatstelsel als een inwendig met trilhaartjes bezette, korte, min of meer zakvormige buis, welke aan den rug der larve uitmondt met eene opening, die verdikte randen heeft en den naam van rugporus heeft ontvangen (J. Müller). Volgens waarnemingen van A. Agassiz bij Asterien-larven zoude zich deze buis oorspronkelijk gevormd hebben uit twee aan het primitieve darmkanaal der larve ontstaande uitstulpingen, die vervolgens zamensmelten en zich afsnoeren. Het aan den rugporus tegenovergestelde einde van de buis verandert in het ringkanaal en verkrijgt rosetsgewijs geplaatste uitstulpingen, die bij de Holothurien tot de kanalen voor de voelers en bij de overigen tot radiaalkanalen worden. De rugporus wordt tot madreporenplaat, die nu hetzij zich van den zich vormenden ligchaamswand afscheidt (Holothurien) of daarin opgenomen wordt (overige Echinodermen). De rugporus der larve is echter zoo geplaatst, dat hij aan den daaraan uitbottenden Echinoderm zich aan diens buik- of mondzijde bevindt. Zoo

blijft het bij de Ophiuren, terwijl zich daarentegen bij de Echinoiden en Asterien de madreporenplaat gedurende den groei van het dier allengs naar de rugzijde verplaatst.

In het vocht dat de blaasjes, kanalen en buisjes van het ambulacraalstelsel vult, treft men dergelijke ligchaampjes aan als ook in het bloed voorkomen dat in het vaatstelsel bevat is. Dit wekt het vermoeden, dat beide stelsels met elkander in verband staan. Met zekerheid is echter zulk een verband nog niet aangewezen 1).

Ten slotte moeten wij hier ook nog gewag maken van de meening dergenen, die het ambulacraalstelsel der Echinodermen als vergelijkbaar met het gastrovasculair-stelsel der Coelenteraten beschouwen. De buiten het ligchaam uitstekende holle voelers, tentakels, armen enz. van dezen, zouden dan aan de ambulacraalpootjes en ambulacraalbuisjes der Echinodermen beantwoorden. Wanneer men echter bedenkt dat alle holten en kanalen, die tot het gastrovasculair-stelsel behooren, slechts uitbreidingen en vertakkingen van de ligchaamsholte zijn, en dat hun wand derhalve de ligchaamswand zelf is, d. i. de in deze afdeeling nog vereenigde huid- en darmwand, terwijl daarentegen de inwendige deelen van het ambulacraalstelsel zich uit het darmkanaal, de uitwendige zich uit de huid ontwikkeld hebben, en beiden vereenigd tot een stelsel van holten en kanalen met eigene wanden zijn geworden, dan blijkt dat beide stelsels uit een morphologisch oogpunt geheel verschillende zijn.

Weekdieren.

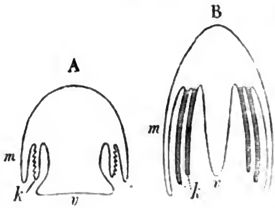
22. De ligchaamswand der Mollusken is een huidspierzak, die in de onderscheidene groepen, welke tot deze groote en vormenrijke afdeeling gebragt worden, nog tamelijk groote verschillen aanbiedt. In het algemeen herkent men er ook de drie hoofdlagen aan: de uit een epithelium bestaande opper-

1) Ik mag hier echter niet nalaten aanteteekenen, dat, volgens eene mij welwillend door Dr. C. K. Hoffmann te Leiden gedane mededeeling, het hem gelukt zoude zijn bij *Spatangus purpureus*, door injectie van uit het darmbuikvat, een gedeelte van het ambulacraalstelsel te vullen.

huid, de door bindweefsel gevormde lederhuid en de spierlaag: maar beide laatstgenoemde lagen zijn meestal, althans bij de hoogere vormen, niet scherp gescheiden. Bij het groote meerendeel der Weekdieren breidt zich deze huidspierzak tot een mantel uit, die het overige ligchaam geheel of ten deele omhult en tevens het orgaan is, waardoor de schelp, — waar deze voorkomt, — wordt afgescheiden. Bovendien kunnen nog andere gedeelten van den huidspierzak uitbreidingen vormen, welke voornamelijk tot bewegingsorganen dienen en dienovereenkomstig dan ook eene ruimere hoeveelheid spiervezelen bevatten.

Wat den mantel betreft, zoo kan men daarvan nog drieërlei hoofdvormen onderscheiden. De eerste daarvan is die welke voorkomt in de klassen der Cephalopoden, der Gasteropoden, der Pteropoden, der Solenoconchen en der Lamellibranchien.

Fig. 72.



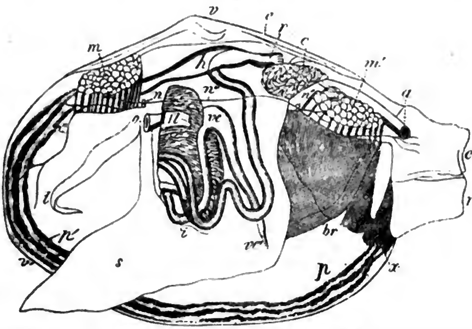
Schematische doorsnede van A een gasteropood, B een Lamellibranchiaat. m mantel; k kieuwen; v voet.

Bij deze allen bestaat de mantel in het wezen der zaak uit een dubbele, aan den rug van het dier ontspringende plooi, die echter in zeer ongelijken graad ontwikkeld kan zijn, zoodat zij dan eens het geheele dier als met een zak omgeeft, dan weder veel kleiner blijft en zich slechts als eene kleine verdikking vertoont. Zelfs deze laatste kan geheel ontbreken, zonder dat het dier daarom zoude ophouden tot de afdeeling der Weekdieren te behooren, waaronder zijne overige organisatie het eene plaats aanwijst. Ook is het niet overbodig hier te doen opmerken, dat, hoewel zulk een aan den rug ontspringende mantel tot de meest kenmerkende bijzonderheden van het maaksel der leden van bovengenoemde klassen behoort, een dergelijke mantel ook bij sommige lagere Crustaceeën (Ostracoden en Cirripedien) voorkomt.

Het duidelijkst vertoont zich de mantel als een dubbele, van den rug uitgaande, twee zijdelingsche kleppen vormende huidplooi bij sommige Lamillibranchien (fig. 72 B), namelijk bij de soorten van de familien der *Ostracea*, der *Pectinea* en der *Aviculacea*. Hiermede overeenkomstig is ook het maaksel des mantels van eenige Gasteropoden, zoo als *Patella*, *Phyllidia*, *Chiton* e. a., bij welken de beide ligchaamshelften zich symmetrisch ontwikkeld hebben en ter weerszijde des ligchaams een even groot gedeelte des mantels afdaalt (fig. 72 A).

Bij het groote meerendeel der Lamellibranchien vergroeijen echter de beide mantelhelften met hunne buikranden, zoodat

Fig. 73.



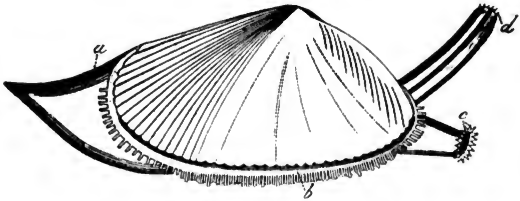
Anatomie van een Plaatkieuwig Weekdier, uit de afdeeling der *Dimyaria siphonostomata*; half schematisch.

v top van de schelpklep; *v'* onderste rand van de schelpklep; *s* voet; *p p'* mantel; *br* kieuw; *m* voorste-, *m'* achterste sluitspier; *rs* ademhaling-sipho; *es* uitloozing-sipho; *o* mond; *t* een der lipvoelers; *ee* maag; *ee'* zijn blindzak; *l* lever; *i* darm; *r* endeldarm; *a* aars; *h* hart; *n* bovenslokdarmsknoopen; *n'* kieuwknoopen; *n''* verbindingstreng; *n'''* zenuwtakken; *e* eijerstok.

een zak ontstaat, binnen welks holte, de mantelholte, het overige dier met al zijne organen gelegen is. Die vergroeijing is echter nooit volkomen. Zij bestaat trouwens bij onderscheidene soorten nog in ongelijken graad; maar steeds blijven minstens twee openingen daaraan, waarvan de eene voor den

invoer van het voor de ademhaling noodige water en van het daarin zwevende voedsel, de andere voor den uitvoer van het

Fig. 74.



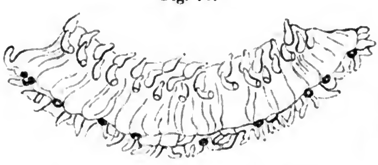
Donax anatinum.

a voet; *b* mantelrand; *c* invoering-sipho; *d* uitlozing-sipho.

water dat langs de kieuwen gestroomd heeft en tevens van de uitwerpselen dient (fig. 73 en 74). Dikwijls verlengen zich beide openingen tot twee kortere of langere, meestal sterk zamentrekbare buizen, die den naam van sipho's dragen, en waarvan de eene derhalve als invoering- of ademhaling-sipho, de andere als uitlozing- of cloacaal-sipho onderscheiden wordt. In verreweg de meeste gevallen is, behalve deze beide openingen, nog een derde ruimere opening aanwezig, waardoor de spierachtige uitbreiding der buikzijde van het dier, die men voet noemt, naar buiten treedt. Aan de vrije mantelranden of aan de daaraan beantwoordende randen der openingen van de sipho's komen dikwijls meer of minder talrijke en zamentrekbare voelers en bij velen ook oogen, soms in groot aantal, voor (fig.75).

In de klasse der Gasteropoden bereikt de mantel nimmer zulk eene uitgebreidheid als bij de Lamellibranchien. Echter bestaan ten dien aanzien nog groote verschillen. Terwijl hij bij

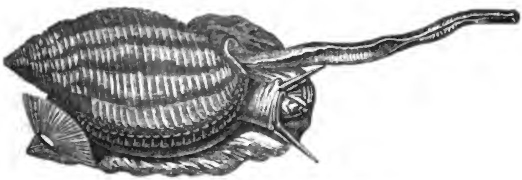
Fig. 75.



Mantelzoom met voelers en oogen van *Pecten*.

eenigen, gelijk reeds gezegd is, zich nog ter weerszijde van het ligchaam gelijkmatig uitstrekt, neemt hij daarentegen bij zeer velen, met name bij alle die een gewonden schelp hebben (het meerendeel der *Prosobranchia* en der *Pulmonata*), eene meer eenzijdige plaatsing in, in dier voege dat slechts een gedeelte van het ligchaam, en wel voornamelijk dat der regter zijde, daardoor overwelfd wordt. Aan dit verschil in de plaatsing des mantels beantwoordt steeds ook die der ademhalingsorganen, welke daaronder verborgen liggen. Bij zeer vele Prosobranchien verlengt zich het voorste gedeelte des mantels

Fig. 76.



Cassis sulcosa, met de zeer lange sipho. Naar Delle Chiaje.

tot een naauwere plooi, waarvan de randen elkander ontmoeten en zoo een adembuis of sipho vormen (fig. 76). Doch ofschoon dit deel, wat de verrigting betreft, ten deele met de ademsipho der Lamellibranchien overeenstemt, zoo beantwoordt het er toch morphologisch geenszins aan, daar bij laatstgenoemden de beide sipho's door achterwaartsche verlengselen van den mantel worden gevormd.

In het algemeen houden bij de Gasteropoden de grootte van den mantel en die van de daardoor gevormde schelp gelijken tred. Soorten, die gelijk de *Limacidae*, geene of slechts een zeer kleine, meestal nog verborgen liggende schelp bezitten, vertoonen nog slechts eene schildvormige verdikking van de huid aan den rug, die door eene groeve van de omringende deelen gescheiden is. Het op den achtergrond treden of wel geheel ontbre-

ken van den mantel en van de schelp wordt dan echter opgewogen door eene algemeen grootere dikte der huid van het geheele naakte ligchaam.

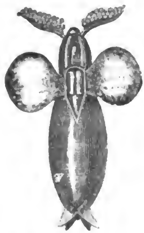
Ook onder de Pteropoden hebben eenigen (*Thecosomata*, fig. 77) eenen mantel, terwijl anderen (*Gymnosomata*, fig. 78) dezen missen. Waar een mantel aanwezig is, neemt dit deel echter eene andere plaats in dan bij de beide vorige klassen. Het omhult namelijk het achterste ligchaamsgedeelte. Dit geldt trouwens ook van den mantel der Dentaliden (*Solenoconchae*, fig. 79), doch hier is de mantel zoowel van achteren als van voren open, terwijl daarentegen bij de een mantel bezittende Pteropoden deze een achterwaarts gesloten zak daarstelt, die met den rug van het dier in zamenhang is, ook bij zulke vormen (*Limacinae*), die een gewonden schelp hebben, waarvan het zoogenaamde buikgedeelte eigenlijk aan den rug van andere Pteropoden (*Cymbuliidae*, *Hyaleidae*), welker schelp niet gewonden is, moet geacht worden te beantwoorden.

Fig. 77.



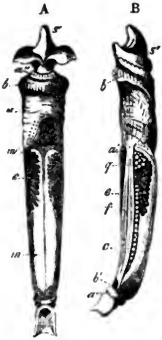
Cleodora lanceolata.

Fig. 78.



Pneumodermon violaceum van de buikzijde gezien, vergroot.

Fig. 79.



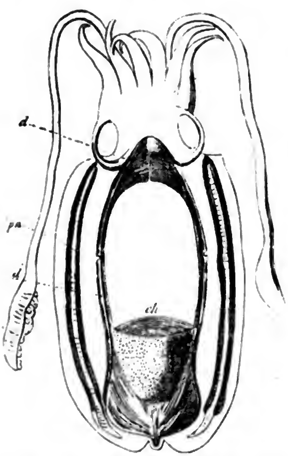
Dentalium tarentinum. Naar LACAZE-DUTHIERS. Het dier zonder de schelp.

A van de buikzijde, B van ter zijde gezien.

a mantel; *a'* middelste insnoering des mantels; *a''* voorste mantelrand; *a'''* achterste mantelaanhangsel; *b* voorste sluitspier des mantels; *b'* achterste kringspier; *c* overlangsche spieren; *e* doorschemerende lever; *g* excretie-orgaan; *f* voorttelingsklier; *m* achterste mantelvat; *m'* takken daarvan; *s'* voet.

In de door den mantel ingenomen plaats stemmen de Pteropoden overeen met de over het algemeen veel grootere en op eenen hoogeren trap van bewerktuiging staande Cephalopoden. Ook hier vormt de mantel een achterwaarts gesloten en voorwaarts openen zak, die aan de rugzijde in de ligchaamshuid overgaat en daar bij eenigen (*Decapoda*, fig. 80) nog eene verdubbeling vormt, waarbinnen de rugplaat of schelp geheel of ten deele bevat is. Hierdoor ontstaat tevens eene insnoering tusschen den mantel en den kop, die bij andere, geen rugplaat bezittende soorten (*Octopoda*) ontbreekt. Ook bij *Nautilus* ontspringt van de rugzijde des mantels een verlengsel, dat zich over de schelp (aan hare verkeerdelijk zoogenaamde buikzijde) terugslaat, en deze daar ter plaatse gedeeltelijk bedekt.

Fig. 80.



Sepia officinalis, schematisch. Naar KEFERSTEIN. *d* rugkraakbeen; *d'* achterste takken daarvan; *pa* vinkraakbeenderen; *ch* rugplaat of schelp.

Al de tot dusver beschouwde Mollusken stemmen dus daarin overeen, dat de mantel eene zich naar beide ligchaamszijden uitbreidende voortzetting van de huid aan den rug van het dier is. Geheel anders nu is dit bij de Brachiopoden. Hier bestaat de mantel wel is waar, even als bij vele Lamellibranchien, uit twee kleppen, doch deze kleppen beantwoorden niet aan de ligchaamszijden, maar aan de rug- en aan de buikzijde des diers, terwijl zij alleen aan zijn achtereinde met elkander zamenhangen. Ook nog in twee andere opzigten onderscheidt

zich de mantel der Brachiopoden wezenlijk van dien van andere Weekdieren. Vooreerst bevinden zich daaraan talrijke (fig. 81) blinde aanhangsels, die in de daaraan beantwoordende buisvormige porien van de schelp dringen, zoodat er dientengevolge tusschen den

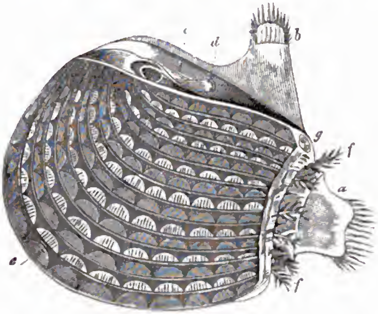
Fig. 81.



Overlangsche doorsnede van het randgedeelte van de schelpklep en van den daartegen aan gelegen mantel van *Waldheimia flavescens*; bij geringe vergrooting. Naar HANCOCK.

a a buitenvlakte der schelp; *b b* doorsnede der schelp, met de van den mantel uitgaande en daarin doordringende buisjes *c c*; *d* groote mantel-sinus; *e* randvat; *ff* buitenste en *gg* binnenste oppervlakte des mantels; *h* borstel; *i* zijn folliculus.

Fig. 82.



Cynthia Dione, overlangs geopend.

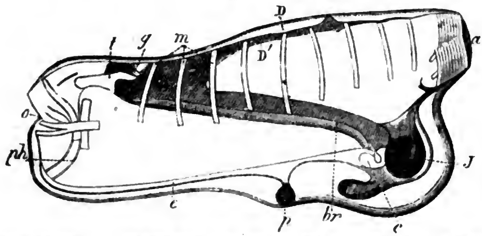
a buccaal-opening; *b* cloacaal-opening; *c* cloaca; *d* aars; *e* kieuwzak; *ff* voelers; *g* zenuwknoop.

mantel en de schelp een veel inniger verband bestaat dan bij de overige van een schelp voorziene Weekdieren. En in de tweede plaats staan langs den mantelrand chitineachtige borstels, elk in eenen kleinen folliculus, iets dat desgelijks bij dieren uit de afdeelingen der Wormen en der Gelede dieren, maar bij geene andere Weekdieren voorkomt.

De mantel der Tunicaten bestaat altijd uit een zak met twee openingen, waarvan de eene, de b u c c a a l - o p e n i n g, voor de toelating van het water met het daarin zwevende voedsel, de andere, de c l o a c a a l - o p e n i n g, voor de uittreding van het water, van de uitwerpselen en van de geslachtsprodukten

dient. Deze openingen staan bij eenigen (*Pyrosoma*, *Salpa* (fig. 83), *Doliolum*) aan de beide ligchaamseinden, tegenover elkander, doch bij de meesten (*Ascidiae* fig. 82) in elkanders nabijheid. In zeldzame gevallen (*Chevreulius*) is aan den zak nog eene voor opening en sluiting geschikte klep voorhanden. Dikwijls verlengen zich de beide genoemde openingen bij de Ascidien tot korte buizen. Ofschoon nu dergelijke vormen werkelijk eenige overeenkomst hebben met die Lamellibranchien, welke een gesloten mantel met twee sipho's hebben, zoo is het toch te betwijfelen of het

Fig. 83.



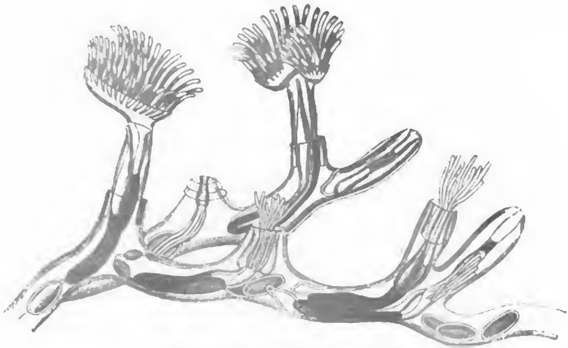
Salpa africana-maxima. Geslachtlooze vorm, een nog jong dier, van de linker zijde gezien. Naar H. Müller. *J nucleus*, waarin het spijsverteringskanaal opgerold ligt; D buitenste hulsel; D' binnenste hulsel; *o* buccaalopening; *a* cloacaalopening; *m* spieren; *g* zenuwknoop met het rudimentaire oog; *t* trilgroefje; *br* kieuw; *ph* trilstreep van het vooreinde der kieuw naar de buikgroeve; *e* buikgroeve met den endostyl; *c* hart; *p* overblijfsel der placenta; *d* overblijfsel van den elaeobast.

mantel genoemde deel bij de Tunicaten wel eigenlijk vergelijkbaar is bij den mantel der Lamellibranchien en der overige Mollusken. Deze moet, gelijk wij zagen, steeds beschouwd worden als eene van eenig punt van de huid des diers uitgaande plooivorming, terwijl de wand van den zak van een Tunicaat de huid van het dier zelf is. Ook het histologisch maaksel en de chemische zamenstelling bieden aanmerkelijke verschillen aan, waarvan het voornaamste is, dat de meestal in ruime hoeveelheid in den mantel der Tunicaten bevatte tusschencelzelfstandigheid cellulose bevat.

Met meer regt kan men het hulsel van zeer verschillende

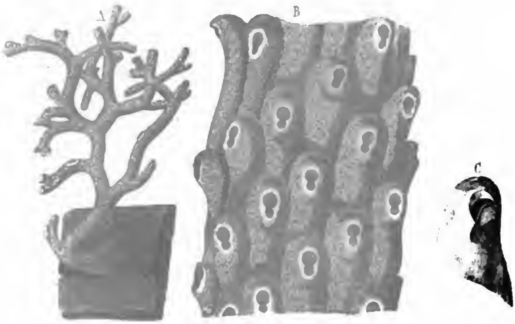
gedaante, dat het achterste gedeelte van het ligchaam der Bryozoën (fig. 84, 85, 86) blijvend bekleedt, en waarin ook

Fig. 84.



Plumatella repens. Vergroot. Naar ALLMAN.

Fig. 85.



Eschara cervicornis

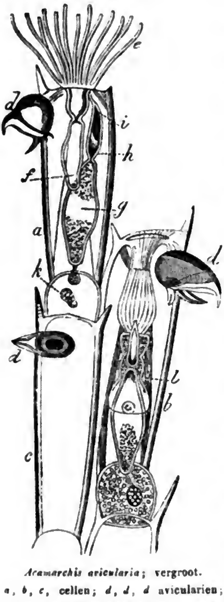
A natuurlijke grootte; B en C vergroot.

het voorste ligchaamsgedeelte met de den mond omgevende

kieuwranken of vangarmen meestal geheel of gedeeltelijk kan worden teruggetrokken, den naam van mantel geven. Dit hulsel, de **ektocyst** genoemd, is eene regtstreeksche voortzetting van den voor uit- en instulping vatbaren **endocyst**, welke als de eigenlijke huid van het diertje kan beschouwd worden.

23. Als harde, skeletvormende bestanddeelen treden bij de Mollusken hetzij chitine-achtige zelfstandigheden of kalkzouten op. Beiden zijn produkten der afscheiding aan de oppervlakte der huid, gewoonlijk van den mantel. In zeldzamere gevallen verharden zich ook sommige weefsels door afscheiding van eene vaste tusschencelzelfstandigheid en verkrijgen daardoor eene lederachtige of kraakbeenige geaardheid.

Fig. 86.



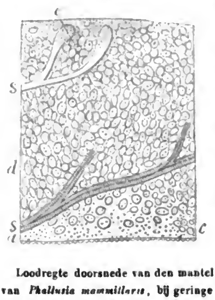
Acamarchis avicularia; vergroot. *a*, *b*, *c*, cellen; *d*, *d*, *d* avicularien; *e* krans van kieuwranken of armen; *f* voormaag; *g* maag; *h* darm; *i* endeldarm; *k* eijerstok.

Met eenige weinige uitzonderingen (*Lophopus*, *Halodactylus*), scheidt de mantel of ektocyst der Bryozoën aan zijne oppervlakte hetzij een chitine-achtig (fig. 84 en 86) of een kalkachtig (fig. 85) bekleedsel af, waardoor de vorm bepaald wordt en tevens de spieren voor de uit- en instulping vaste steunpunten vinden. Velen (onder de *Chilostomata*) bezitten een dekseltje, waardoor de opening van het schaaltje kan gesloten of geopend worden (fig. 85 C). Andere, zonderlingere, desgelijks bewegelijke deelen, die soms daaraan voorkomen, zijn de borstelvormige

vibracula en de uit twee klepjes bestaande, op een vogelsnavel gelijkende *avicularia* (fig. 86 *d*). De morphologische beteekenis dezer vreemdsoortige aanhangsels is moeijelijk te gissen. Welligt zijn zij als door knopvorming ontstane eigendommelijke individu's te beschouwen, die deelnemen aan de zamenstelling der kolonie, op eene dergelijke wijze als ook de polymorphe kolonien der Hydrozoën en vooral der Siphonophoren uit verschillende individu's bestaan.

Bij de Tunicaten grijpt geene schaal- of schelpvorming plaats, maar de huid van den zak verkrijgt eene meer of min lederachtige vastheid, door de reeds genoemde, cellulose bevattende tusschenzelfstandigheid Overigens bestaat er in het weefsel nog tamelijk veel verschil. Bij eenigen (*Salpa*, *Pyrosoma*, *Appendicularia*, *Doliolum*) is het glasachtig doorschijnend en bevat zijne buitenste laag, die men als buitenste mantel of hulsel onderscheidt, slechts weinige ster- of spoelvormige cellen te midden eener zeer ruime tusschencelzelfstandigheid. Bij vele andere Tunicaten, inzonderheid bij de grootere, enkelvoudige Ascidien, is daarentegen de mantel niet of minder doorschijnend, dikwijls gekleurd en bestaat hij uit een digter celweefsel, waarvan de cellen soms groepsgewijs in blaasvormige ruimten bevat zijn, hetgeen eenigermate het weefsel van kraakbeen herinnert, terwijl in andere gevallen zich hierbij nog vezelen voegen, die zich te midden der tusschencelzelfstandigheid gevormd hebben (fig. 87).

Fig. 87.



Loodregte doorsnede van den mantel van *Phallusia mammillaris*, bij geringe vergrooting. Naar Kölliker.

a binnenste epithelium; *d d* cellulose-cellenlaag; *s s* vaatkanalen daarin; *c* pigmentcellen.

In de overige klassen wordt de huid doorgaans gesteund door schalen of schelpen, die, hetzij de buitenvlakte van het dier bedekken of onder een mantelplooi meer of minder verborgen liggen. In het laatste geval

noemt men hen ook wel inwendige schelpen, hoewel zij zich altijd, even als andere, aan eene opperhuidsvlakte, door afscheiding aan het aldaar aanwezige epithelium, gevormd hebben. Een schelp is derhalve wel is waar een huidskelet, maar in eenen anderen zin dan de harde deelen, welke door afzetting in de huid bij Echinodermen en Gewervelde dieren een huidskelet vormen. Bij dezen is het de lederhuid die zich verkalkt, terwijl daarentegen de schelp van een Weekdier eene opperhuidsvorming is, in zoo verre gelijk staande met het huidskelet der Gelede dieren.

Sommige naakte Gasteropoden, zooals *Limax*, *Doris* e. a., hebben ook in hunne lederhuid verstrooide kalkligchaampjes, doch de zoodanige kunnen niet als rudimenten van een schelp worden aangezien, gelijk reeds daaruit blijkt, dat dergelijke ook worden aangetroffen bij soorten van *Helix*, *Paludina* e. a., die in het bezit van goed ontwikkelde schelpen zijn, terwijl ook bij vele Brachiopoden in de zelfstandigheid des mantels en desgelijks in hunne armen en in de kieuwdraden, waarmede deze bezet zijn, kalkspicula worden aangetroffen. Ook hebben de meeste naakte Gasteropoden in hunnen larventoestand een schelpje, dat echter bij voortgaanden groei van het dier niet mede groeit en later afvalt.

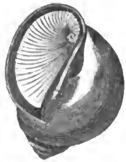
Ofschoon de mantel het voorname schelpvormende orgaan is, kunnen toch ook chitine-achtige stoffen of eene verkalkte zelfstandigheid aan andere plaatsen des ligchaams, die niet tot den mantel behooren, worden afgescheiden. Het meest in het oog loopende voorbeeld daarvan levert *Argonauta*, waarvan de vrouwelijke individu's een groote, ofschoon zeer dunwandige schelp bezitten, welke niet een afscheidingsprodukt van den mantel, maar van de twee rugarmen is, die elk in een breede, vliezige plaat eindigen, welke zich over de schelp heenslaat (1ste Afd. p. 770). Ook aan den voet van zeer vele Gasteropoden bevindt zich eene huiduitbreiding, welke men ook wel als voetmantel onderscheiden heeft, en waardoor daar ter plaatse een aan

Fig. 88.



Vooreinde van *Modulus trochiformis*, mannetje. *p* voet; *op* deksel. Naar Souleyet.

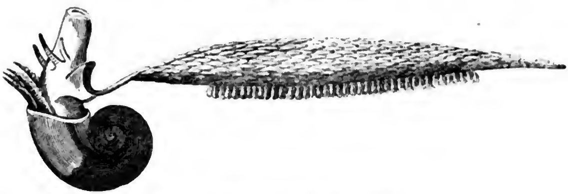
Fig. 89.



Natica ampullaria, met het deksel. Naar Dugès.

den voet vast verbonden deksel gevormd wordt, dat, bij terugtrekking van den voet, de opening van de schelp sluit (fig. 88 en 89). Dat deksel bestaat in de meeste gevallen uit eene enkel chitine-achtige zelfstandigheid, maar is ook niet zelden, bepaaldelijk bij sommige in zee levende Gasteropoden, verkalkt. Bij *Janthina* (fig. 90) breidt zich de niet zoo spoedig verhardende stof tot een luchtblaasjes bevattenden drijftoestel uit, die geacht kan worden morphologisch aan het deksel van andere Gasteropoden te beantwoorden. Voorts moeten, als door zulke plaatselijke chitine-afscheidingen

Fig. 90.



Janthina nitens. Naar Quoy en Gaimard.

gevormd, ook genoemd worden de **hoornringen** in de zuignappen der tienarmige Cephalopoden, die niet zelden met tandjes of klaauwen bezet zijn (fig. 91 en 92). Eindelijk kan ook de byssus der Lamellibranchien tot dezelfde vormingen gerekend worden te behooren (fig. 93). Hij treedt als een dikke lijmachtige massa uit eene aan den voet gelegen klier, de **byssusklier**, te voorschijn, en vormt draden, die spoedig hard worden (verg. I^ste^ Afd. p. 968).

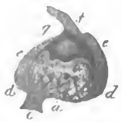
Dergelijke klieren, die dan echter veel kleiner zijn, worden trouwens ook aangetroffen langs de randen des mantels. Zij zijn niet anders dan meer of minder diepe instulpingen van de opperhuid, welker afscheidende oppervlakte daardoor vergroot wordt. Bij de Brachiopoden geschiedt hetzelfde, gelijk reeds boven (bl. 88) gezegd is, door buisvormige uitstulpingen aan de geheele buitenvlakte des mantels.

Fig. 91.



Zuignap van *Architenthis dux*. Natuurlijke grootte.

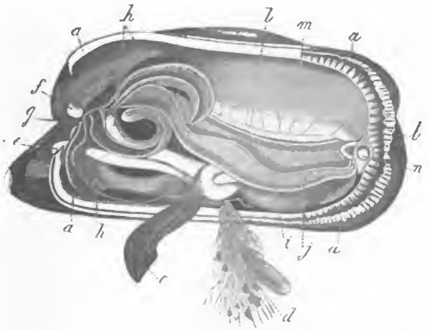
Fig. 92.



Zuignap van eene *Enoploteuthis*-soort, in doorsnede. Natuurlijke grootte. *a* spierkussen; *b b b* opperhuid van het spierkussen; *c* steeltje; *d d* onderrand van den hoornring; *e e* opperhuid van den zuignap. *f* klauw; *g* holte van den hoornring.

Ook bij eenigen Lamellibranchien (b. v. *Spondylus*, soorten van

Fig. 93.



Mytilus edulis, na verwijdering van de linkerklep en met de linker mantellob teruggeslagen. *a a a* de verdikte zoom des mantels; *b* commissuur, die de mantelholte van de cloaca-opening scheidt; *c* voet; *d* byssus; *e*, *f* musculi retractores pedis; *g* mondopening; *h*, *h* mondvoelers; *i* en *j* linker kieuwplaten; *l* vaatkanaal aan de basis der kieuwen; *m* binnenvlakte des mantels; *n* klep voor de cloaca-opening.

Pinna) en bij verscheidene Gasteropoden (*Murex*, *Pteroceras*) ontstaan langs den mantelrand op afstanden geplaatste plooi-

of gootvormige verlengselen, die bij de vorming der schelp daarin als het ware hunnen afdruk achterlaten. In het algemeen beantwoordt aan elk bijkomend schelpgedeelte eene uitbreiding van den mantel. Zoo wordt het vaak tamelijk zamengestelde slot der schelp van de Lamellibranchien door een eigen mantelgedeelte gevormd. Men zoude de schelp in zekeren zin het afgietsel van den mantel kunnen noemen.

Om zich eene goede voorstelling van de vorming eener schelp te maken, moet men deze beschouwen als voortgebragt door twee gelijktijdige afscheidingen, die, hoewel in eenige punten overeenstemmende, toch wezenlijk onderscheiden zijn. De eene namelijk grijpt plaats langs den vrijen buitenrand van den mantel. de andere aan zijne meer achterwaarts gelegen oppervlakte, die met de binnenvlakte der schelp in aanraking is Door de afscheiding langs den mantelrand ontstaat de oppervlakkige, buitenste laag, die steeds dun blijft en waarin vaak kleurstoffen voorkomen, die op eene voor de soort kenmerkende wijze, in vlekken of banden verdeeld zijn. Naarmate nu het dier groeit, groeit ook zijn mantel en gaat deze langs zijn rand voort met nieuwe kalklagen aan den rand der schelp toe te voegen; maar onderwijl scheidt het achterwaarts gelegen gedeelte des mantels ook eene verkalkte zelfstandigheid af, die echter zelden kleurstoffen bevat, ofschoon zij dikwijls iridesceert en, al naar gelang van den lichtinval verschillende kleuren vertoont, die het gevolg der interferentie van het licht zijn, voortgebragt door tallooze, zeer digt bijeen geplaatste, zeer smalle groefjes en plooitjes, die alleen bij sterke vergrooting herkenbaar zijn. Men noemt deze laag in het algemeen de p a r e l m o e r l a a g, ook dan wanneer de aan het eigenlijke parelmoer eigene iridescentie ontbreekt en de zelfstandigheid meer porceleinachtig is. Bij deze beide hoofdlagen kan zich nu nog eene derde, buitenste laag, eene *cuticula*, voegen, die alleen uit eene chitine-achtige zelfstandigheid bestaat, welke doorgaans gelijkmatig zwartbruinachtig gekleurd is. Zij wordt dikwerf ten

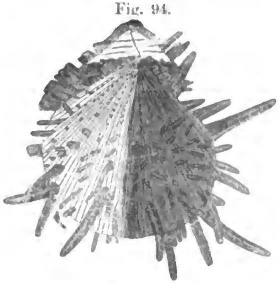
onregte met den naam van opperhuid bestempeld. Ook wordt zij met dien van *periostracum* onderscheiden. Deze laag, die echter dikwijls ontbreekt, — hetzij dat zij in het geheel niet gevormd of weder door afwrijving verdwenen is, — ontstaat in de rij der lagen het eerst, d. i. zij wordt langs den mantelrand het eerst afgescheiden. Tegen haar legt zich dan de gekleurde buitenste kalklaag aan en tegen deze de parelmoerlaag, die, als iets later gevormd, zich nooit, zoolang de schelp nog groeit, geheel tot aan den rand uitstrekt. Sommige schelpen nu, gelijk die van vele Lamellibranchien, kunnen gezegd worden eenen onbeperkten groei te hebben; bij de zoodanigen puilt de buitenste kalklaag altijd iets over de binnenste heen. Andere schelpen, bepaaldelijk die van vele Gasteropoden die een om- of ingewikkelde schelp hebben, groeijen alleen zoolang door, totdat zij den aan de soort eigenen vorm hebben aangenomen, en dan strekt zich ook de parelmoerlaag even ver uit als de gekleurde kalklaag en beiden vloeijen zamen.

Het aandeel, dat door elk dezer lagen aan de vorming van den schelpwand wordt genomen, is zeer ongelijk. Bij de Brachiopoden ontbreekt de parelmoerlaag geheel. Wanneer schelpen van Lamellibranchien (b. v. *Meleagrina*, *Tridacna*) aan haar ouder gedeelte merkelijk dikker zijn dan aan hare jongere gedeelten, dan komt die grootere dikte geheel op rekening van de parelmoerlaag, die gedurende het geheele leven van het dier voortgaat zich aan de buitenvlakte des mantels af te scheiden en zich tegen de reeds gevormde aan te voegen, in de gedaante van dunne bladen die tegen elkander aangelegd worden en waarvan telkens het volgende het voorafgaande iets in grootte overtreft. De buitenste kalklaag neemt daarentegen niet in dikte maar eenvoudig in omvang toe. Toch zijn er vele gevallen, ook onder de Lamellibranchien (b. v. *Pinna*, *Pecten* e. a.), waar de parelmoerlaag slechts eene geringe dikte verkrijgt en een aanmerkelijk gedeelte van den schelpwand geheel of grootendeels uit de buitenste, gekleurde kalklaag bestaat, in welk

geval dan de schelpwand overal ongeveer gelijke dikte heeft. Wat de Gasteropoden aangaat, zoo neemt men dikwijls het omgekeerde waar, dat namelijk de jongere schelpgedeelten eenen dikkeren wand hebben dan de oudere. Dit verklaart zich door de plaatsing van den mantel in deze klasse, die niet, zoo als bij de Lamellibranchien, het geheele dier omhult, maar alleen zijn voorste gedeelte; en daar dit en zijn schelp gelijkmatig groeijen, zoo verplaatst zich de mantel allengs van achteren naar voren, en gevolgelijk kunnen de achterwaarts gelegene, oudere gedeelten van de schelp zich niet meer verdikken.

Deze groeiwijze der schelpen, deels door aanvoeging van nieuwe kalkzelfstandigheid langs den rand, deels door aanvoeging van kalklagen tegen de binnenvlakte der reeds bestaande, laat zich in vele gevallen nog duidelijk herkennen: wat de eerste aanbelangt, aan de groeistrepen, die zich aan de oppervlakte van zeer vele schelpen van Lamellibranchien en aan die van sommige Gasteropoden vertoonen, terwijl de tweede wijze van groei blijkt uit de bladerige structuur van de parelmoerlaag, die dikwijls reeds zeer gemakkelijk met het bloote oog wordt waargenomen, maar ook in die gevallen, waar de parelmoerlaag digter is, aan dunne loodregte, geslepen doorsneden, onder het mikroskoop te voorschijn treedt.

Fig. 94.



Spondylus americanus.

Deze groeistrepen der oppervlakte en die bladerige zamenstelling verkondigen reeds, dat de groei van een schelp niet onafgebroken voortgaat, maar dat perioden van werkzaamheid des mantels als schelpvormend orgaan en van rust elkander opvolgen. Dat er zulk eene periodiciteit in de schelpvorming

bestaat, wordt ook bewezen door de reeds vermelde gootvormige uitsteeksels, die zich aan de oppervlakte van vele schelpen (b. v. *Spondylus*, *Murex*) verheffen, en bij sommigen eene aanmerkelijke lengte bereiken (fig. 94). Deze uitsteeksels staan namelijk op bepaalde gedeelten der oppervlakte, die afgewisseld worden door andere, welke zonder uitsteeksels zijn. Dit laat zich alleen verklaren door aantenemen, dat zich aan den mantelrand van tijd tot tijd kortere of langere lobben vormen, die vervolgens weder verdwijnen, bij voortgaanden groei van het dier, om later zich op nieuw te ontwikkelen. Wat in zulke gevallen een periodiek verschijnsel is, vertoont zich in andere (*Pterocerus*) als eene allengsche vormverandering van den mantel en van de schelp, die, aanvankelijk gaafrandig, bij voortgaanden groei holle vingervormige aanhangsels verkrijgt, welke allengs langer worden, terwijl gelijktijdig de omgebogen binnenranden tot elkander naderen en eindigen met te versmelten, zoodat er slechts een naad overblijft.

Ook de velerlei andere verhevenheden, knobbeltjes, tandjes, ribben, die zich aan de oppervlakte van vele schelpen bevinden, vormen zich alle op eene dergelijke wijze oorspronkelijk langs den mantelrand, aan daaraan beantwoordende plaatsen van dezen, hetzij gestadig, zoo als b. v. bij *Cardium*, of met tusschenpoozen, zoo als b. v. bij *Pholas*, *Teredo*, enz.

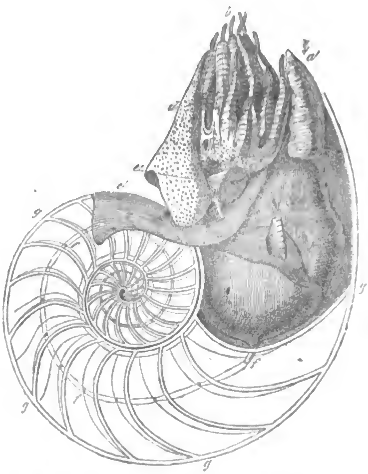
Het duidelijkste voorbeeld der periodiciteit van de schelpvorming biedt *Nautilus* aan, wiens schelp in een aantal van kamers verdeeld is, die van elkander door enkel uit parelmoer bestaande tusschenschotten gescheiden zijn (fig. 95 volg bl.). Blijkbaar zijn deze het gevolg eener van tijd tot tijd plaats grijpende voorwaartsche verplaatsing van het weeke ligchaam van het dier, waarvan de omvang te groot is geworden voor de ruimte der kamer, en van eene daarop gevolgde afscheiding van een nieuw tusschenschot aan de achtervlakte des mantels.

Wat de scheikundige zamenstelling betreft, zoo bestaan de schelpen uit twee hoofdzelfstandigheden, die bij

7*

behandeling met een zuur gescheiden worden, namelijk eene organische, in zuren onoplosbare stof en de zich in het zuur oplossende zouten. Eerstgenoemde kan wel is waar tot de groote groep der chitine-achtige zelfstandigheden gerekend worden te behooren; toch onderscheidt zij zich daaronder door haar aanmer-

Fig. 95.



Nautilus Pompilius. De schelp is overlangs doorgezaagd.

a trechter; *b* voelers of vangarmen; *c* rugverlengsel van den mantel, dat een gedeelte der schelp bedekt; *d* kopkap; *e* oog; *fff* sipho; *ggg* tusschotten der kamers.

kelijk stikstofgehalte (16—16,7 proc. volgens Schlossberger) en nadert ook in andere opzigten zeer tot de eiwitstoffen. Fremy heeft haar conchyoline genoemd. Zij kan alleen, d.i. zonder gebonden te zijn aan kalkzouten, voorkomen, en de eerst zich vormende, embryonale schelp schijnt zelfs altijd alleen of voornamelijk uit haar te bestaan, terwijl de cuticula, die, gelijk wij boven

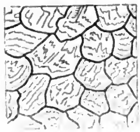
(bl. 96) zagen, vele schelpen bekleedt, voorts het voetdeksel van vele Gasteropoden en de rugplaat der meeste tienarmige Cephalopoden ook geene of zeer weinige kalkzouten bevatten Gewoonlijk echter nemen laatstgenoemde een overwegend deel aan de zamenstelling van den schelpwand, zoodat de hoeveelheid der conchyoline betrekkelijk gering is. Volgens de bekend geworden analysen wisselt zij bij onderscheidene soorten tusschen 0,8 tot omstreeks 17 proc. In het algemeen is haar aandeel geringer, naarmate het weefsel der schelp digter, vaster en harder is. Waar twee lagen duidelijk onderscheidbaar zijn, schijnt de buitenste iets meer conchyoline te bevatten dan de binnenste of parelmoerlaag (Schlossberger).

De met de conchyoline verbonden zouten zijn: koolzure kalk, koolzure magnesia, phosphorzure kalk, en soms bovendien eenig phosphorzuur ijzer en kiezelzuur. Het hoofdbestanddeel in de schelpen van Lamellibranchien en van Gasteropoden is steeds koolzure kalk, waarvan de hoeveelheid meestal 90 proc. te boven gaat. Ook in de glasachtig doorschijnende schalen van sommige Pteropoden (*Hyalea*) is koolzure kalk in overwegende hoeveelheid voorhanden. Daarentegen overtreft in de schelpen der Brachiopoden de phosphorzure kalk alle overige bestanddeelen in hoeveelheid.

Het f i j n e r e m a a k s e l d e r s c h e l p e n, zoo als het zich aan geslepen doorsneden onder het mikroskoop vertoont, is door onderscheidene waarnemers op verschillende wijze geduid geworden. Sommigen hebben er, inzonderheid op het voorbeeld van Carpenter, overal verkalkte cellen in meenen te erkennen, terwijl anderen (Necker, Leydolt, G Rose) haar als zamengesteld beschouwden hetzij uit kalkspaath- of uit arragoniet-kristallen, al naar gelang de betrekkelijke hardheid, het specifiek gewigt en de verhouding der schelpzelfstandigheid tot het gepolariseerde licht deze meer tot een dezer beide kristalvormen van den koolzuren kalk doen naderen. Geen van beide voorstellingen schijnt echter geheel juist te zijn. Wel is waar neemt

men dikwijls, vooral in de buitenste verkalkte laag der schelpen

Fig. 96.



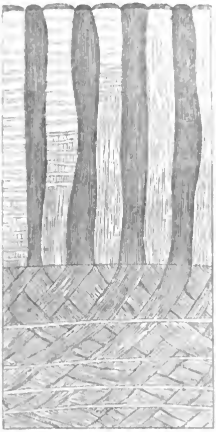
Stukje van de schelp van *Limax variegatus*, bij 150-malige vergrooting.

van Lamellibranchien maar ook van sommige Gasteropoden (fig. 96), prismatische stapels van veelhoekige, op cellen gelijkende ligchaampjes waar, doch dergelijke ligchaampjes, die, aanvankelijk rond, later bij aaneensluiting veelhoekig worden en dan op eene inderdaad bedriegelijke wijze op cellen gelijken, verkrijgt men ook wanneer eene geconcentreerde oplossing van eenig kalkzout met eiwit en een koolzuur alkali vermengd wordt en men het mengsel eenige dagen aan zich zelf overlaat. De alsdan gevormde praecipitaatligchaampjes bestaan uit koolzuren kalk en eene in water en zuren onoplosbare eiwitzelfstandigheid, die, naar het schijnt, niet of slechts weinig van de conchyoline der schelpen verschilt 1). De vorming van zulke schijnbare cellen en cellenstapels, door afscheiding aan de buitenvlakte van epitheliumcellen, is derhalve vergelijkbaar bij de vorming van het émail der zoogdierentanden (z. Dl. I, 2[de] Afd. bl. 70)

De parelmoerlaag vertoont tweederlei structuur, welke men tot op zekere hoogte bij die van het zoogenaamd ongevormd en gevormd bindweefsel zoude kunnen vergelijken. Dikwijls, bepaaldelijk in die gevallen waar zij het bekende iridesceerend vermogen bezit, is zij geheel zamengesteld uit uiterst dunne elkander bedekkende plaatjes, d. i. verkalkte vliezen, met golvende digt bijeen staande fijne plooitjes, die, gelijk reeds boven gezegd is, de oorzaak van den eigendommelijken parelmoerglans zijn. Maar in zeer vele andere gevallen, namelijk overal waar de binnenste schelplaag een meer porceleinachtig voorkomen heeft, bestaan de achtereenvolgens elkander bedekkende platen uit zeer fijne vezelen, die elkander kruisen; en, daar de platen zelve geplooid zijn, zoo vertoont zich eene platte

1) Over deze en andere nabootsingen van organische kalkzelfstandigheden vindt men iets meer in de slotparagraaf van dit hoofdstuk.

Fig. 97.



Loodregte doorsnede van een gedeelte der schelp van *Cypraea annulus* bij 300-malige vergrooting.

geslepen oppervlakte dikwijls als een vlecht- of matwerk, dat uit bundels van vezelen is zamengesteld (fig. 97). Dergelijke elkander in de verschillende lagen kruisende vezelen komen in organische vliezen ook in andere gevallen voor. Wij mogen hierbij herinneren aan de schubben der Beenige Visschen (z. Dl. I, 1ste Afd bl. 65). Ook in de cuticula-lagen van vele Wormen en van Gelede dieren neemt men eene dergelijke kruisstreping waar. Eene werkelijke gelijkenis op arragoniet-kristallen kan aan deze schelpvezelen, die dikwijls een gebogen beloop hebben, niet worden toegekend.

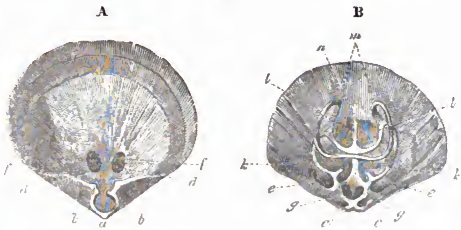
Omtrent de gedaante en het maaksel der schelpen in de onderscheidene groepen van Weekdieren verwijzen wij naar het daaromtrent gezegde in de Iste Afdeeling, bl. 731, 792 en 960.

24 Bij een aantal Weekdieren, wier mantel een schelp vormt, komt bovendien een inwendig skelet voor. Algemeen wordt dit aangetroffen in de klasse der Brachiopoden, waar het een steuntoestel voor de kieuwarmen is (fig. 98 volg. bl.). Het staat altijd in verband met de rugklep, maar vertoont nog zeer onderscheidene graden van zamengestelheid en uitgebreidheid, die kenmerkend voor bepaalde groepen dezer klasse zijn (z. Iste Afd bl. 1072, 1084 en volg.).

Eenigermate hiermede vergelijkbaar wat de plaats, maar niet wat de verrigting betreft, zijn de beide uitsteeksels, die zich

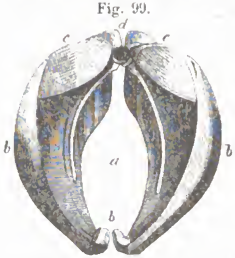
bij sommige Lamellibranchien (*Pholas*, *Teredo*, fig. 99) van de

Fig. 98.



Terebratella Chilensis. A buikklep, B rugklep.
a opening van den snavel; *b b* slottanden; *c c* slotgroeven; *d d* indrukseels der *m. m. divaricatores*; *f f* der *m. m. adjustatores*; *g g* der *m. m. occlusores posteriores*; *k k* der *m. m. occlusores anteriores*; *n* rugkant met twee armen, waaraan de dubbel lisvormige steuntoestel *m* bevestigd is, die zich achterwaarts aan de steelen *e e* hecht.

Fig. 99.



Schelpkleppen van *Teredo navalis* van voren en van binnen gezien. Vergroot.
a achterste opening; *b b* middengedeelte der kleppen; *c c* lepelvormig voorste gedeelte; *d* top met de beide binnenwaartsche uitsteeksels.

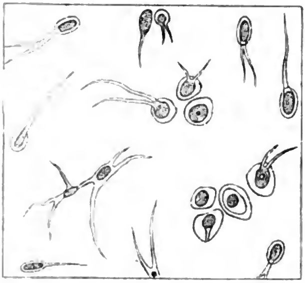
beide rugknobbels der kleppen binnenwaarts uitstrekken en een hefboomtoestel voor de daaraan ingeplante spieren zijn.

Beginselen van een **kraakbeenskelet** komen voor bij de Gasteropoden, als twee of vier stukjes die, omgeven van de spieren van het slokdarmhoofd, tot steun voor den tongtoestel dienen, terwijl zich daaraan ook de spieren inplanten waardoor de wrijfplaat bewogen wordt.

Eene veel hoogere ontwikkeling bereikt het inwendige skelet bij de Cephalopoden, alhoewel het ook hier niet uit eene verkalkte zelfstandigheid maar uit waar kraakbeen bestaat (fig 100). Dit kraakbeenskelet dient deels ter bescherming van de centrale deelen van het zenuwstelsel en van de zintuigen, deels tot inplanting van spieren en stemt derhalve in een physiologisch opzigt geheel met het skelet der Gewervelde dieren overeen,

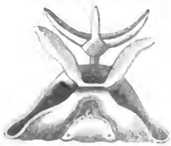
hoewel het uit een morphologisch oogpunt daarmede volstrekt niet vergelijkbaar is. Het kan uit verscheidene deelen bestaan, die echter bij onderscheidene soorten in ongelijken graad tot ontwikkeling komen. Op den laagsten trap blijft het bij *Nautilus*, dus bij dien vorm welke in zijn schelp het meest ontwikkelde huidskelet heeft Hier bepaalt zich het inwendige skelet tot het k o p k r a a k b e e n, met een daarvan naar voren uitgaande, groote plaat, het t r e c h t e r k r a a k b e e n. Het kopkraakbeen dient hier, even als overal elders, tot steun van de hoofdzenuwknoopen en tevens van den daardoor heengaanden slokdarm. Het bestaat uit twee in de as verbonden stukken, die hoefijzergewijs geplaatst zijn en elkander aan de rugzijde niet ontmoeten, zoodat aldaar de ring niet gesloten is.

Fig. 100.



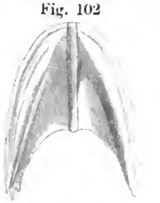
Doorsnede van een gedeelte van het kopkraakbeen van *Sepia officinalis*, bij 300-malige vergrooting.

Fig. 101.



Kopkraakbeen van *Sepia officinalis*, van de rugzijde gezien, met het armkraakbeen en de dekplaten der oogen.

Fig. 102



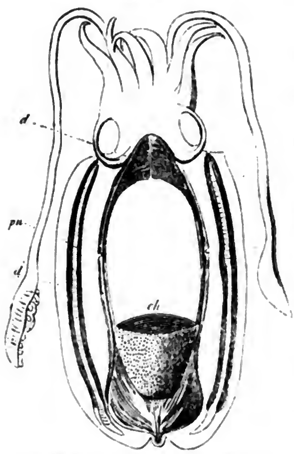
Nekkraakbeen van *Sepia officinalis*.

Bij alle overige Cephalopoden vormt het kopkraakbeen (fig. 101) een gesloten ring rondom den slokdarm en omgeeft ook van buiten de zenuwknoopen-massa, zoodat alle de daaruit komende zenuwen door gaten in het kraakbeen naar buiten

treden. Aan zijn achter- en ondereinde heeft dit kopkraakbeen zijdelingsche komvormige uitsteeksels, die tot steun der oogen dienen. Bij de Decapoden voegen zich hierbij nog blad- of lancetvormige oogdekkraakbeenderen, die naar voren en boven in den wand van den oogkapsel treden en zoo met de vorigen te zamen aan beide zijden eene kraakbeenige ooghoIte vormen.

Behalve dit voorname, nimmer ontbrekende deel van het skelet, dat zich, wat de verrigting betreft, met den schedel der Gewervelde dieren laat vergelijken, komen nu nog verscheidene andere kraakbeenige stukken voor, waaronder er echter zijn, die bij eenigen, bepaaldelijk bij de Octopoden, gemist worden en ook bij verschillende soorten van Decapoden in ongelijke mate ontwikkeld zijn.

Fig. 103.



Sepia officinalis, schematisch. Naar KEFERSTEIN. *d* rugkraakbeen *d'* achterste takken daarvan; *pn* vinkraakbeenderen; *ch* rugplaat of schelp.

Bij eenigen strekt zich aan de voorzijde van het kopkraakbeen (fig 101 vor. bl.) een uitsteeksel uit, het armkraakbeen, dat zich voorwaarts tot een breede, dwarse plaat uitbreidt, waaraan de spieren der armen zijn ingeplant.

Het trechter of nekkraakbeen, dat bij *Nautilus*, gelijk gezegd is, met het kopkraakbeen zamenhangt, is bij de overige Cephalopoden daarvan gescheiden en bestaat hetzij uit een breede, halvemaanvormige plaat (*Sepia*. fig. 102 vor. bl.) of (bij *Loligo*) uit een

ruitvormig stuk, waaraan men nog drie afdeelingen onderscheiden kan, het middenstuk en twee zijdelingsche stukken, vanwaar de nek- en zijdespieren ontspringen.

Ter weerzijde van den trechter bevinden zich de napkraakbeenderen, die eene oorvormige (*Sepia*), soms meer verlengde (*Loligo*) of T-vormige (*Ommastrephes*) gedaante hebben en van binnenwaartsche steelen voorzien zijn. Zij dienen tot steun van de zich daarover uitbreidende huid, welke op die plaatsen indeukingen vormt, waarin daaraan beantwoordende knobbels van de inwendige manteloppervlakte passen. In vereeniging met het nekkraakbeen vormen deze deelen eenen sluittoestel, waardoor de ingang des mantels kan worden afgesloten.

Aan de rugzijde bevindt zich bij *Sepia* het rugkraakbeen (fig. 103 *d*), zijnde een aan de onderzijde van de mantelplooi gelegen dun blad met twee lange smalle zich ter weerzijde achterwaarts uitstrekkende uitsteeksels, die in eene overlangs loopende groeve de kanten van de schelp of rugplaat opnemen, waarvan het vooreinde op het voorste bladachtige gedeelte van het rugkraakbeen rust. Dit deel ontbreekt bij *Loligo*.

Waar zijdelingsche vinnen voorkomen, worden deze gesteund door kraakbeenderen (fig. 103 *pn*), welker gedaante en plaats aan die der vinnen beantwoorden. Daaraan zijn ook de spieren ingeplant, die voor de beweging der vinnen dienen.

25. De bewegingsorganen der Weekdieren zijn van verschillenden aard. Alhoewel velen, namelijk alle Bryozoën en Brachyopoden, de meeste Tunicaten en ook vele Lamellibranchien, in den volwassen toestand vastzittende dieren zijn, hebben de zoodanigen toch in den toestand van larven eene vrije plaatsbeweging, door middel van trilhaartjes aan de ligchaamsoppervlakte. De larven der Ascidien bezitten een staart, waarmede zij zich voortroeijen. Opmerking verdient het, dat daarin een cellenstreng voorkomt, die vergelijkbaar is bij de ruggestreng (*chorda dorsalis*) der Gewervelde dieren, ook daarin

dat het centraaldeel van het zenuwstelsel zich daarboven voortzet, terwijl de voedingsorganen zich daaronder bevinden (KOWALEWSKY, KUPFFER).

Fig. 104.



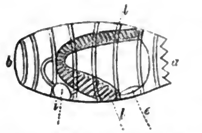
Larve van *Dendronotus Ascanii*, met het kopscherm.

Bij zeer vele andere Mollusken, namelijk bij het meerendeel der Lamellibranchien, der in het water levende Gasteropoden en Pteropoden, vormt zich aan de larven een eigen bewegingsorgaan, het kop- of trilscherm (*velum*, fig 104), waarvan de randen met groote cilien bezet zijn, door welker beweging de larve in het water rondzwemt. Later verdwijnt dit deel weder; alleen bij *Tethys* (I[ste] Afd p. 912) ontwikkelt het zich verder en wordt tot het groote niervormige scherm, waartoe zich de kop uitbreidt. Bij de larven die zulk een scherm als bewegingsorgaan bezitten, vertoont het zich hetzij als een enkelvoudige, van het overige ligchaam door een meer of minder diepe insnoering gescheiden lob, of deze verdeeld zich bij verderen groei in twee rondachtige, soms (bij *Atlanta*) in drie of (bij *Cymbulia*) vier tot vijf of zes (*Ethella*, *Macgillivrayia*) lobben, die dan langer zijn en het voorkomen van armen verkrijgen. Ook aan larven van Brachiopoden heeft men zulk een uit acht armen bestaand bewegingsorgaan waargenomen, dat welligt als een verdeeld *velum* kan beschouwd worden, even als ook de vangarmen- of kieuwranken-krans der Bryozoën, hoewel de plaatsing van den mond in dien krans bij de *Stelmatopoda* deze duiding eenigzins bemoeijelijkt. Daarentegen kan de hoefijzervormige kieuwranken-drager of lophophoor der *Lophoda* (fig. 84 bl. 90) gevoegelijk als een gewijzigd mond- of trilscherm beschouwd worden.

Na den eersten larventoestand grijpen echter alle bewegingen hetzij van het geheele ligchaam of van zijne deelen door spierzamentrekking plaats. Gelijk reeds gezegd is, is in de meeste gevallen de lederhuid niet scherp gescheiden van de spierlaag, maar zijn integendeel beide als het ware dooreengeweven. Het gevolg hiervan is eene zeer groote zamentrekbaarheid van de

geheele huid en desgelijks van zijne voortzetting, den mantel.

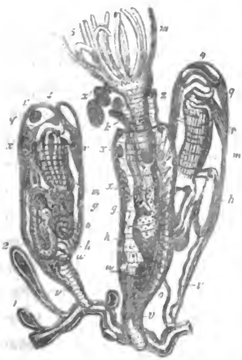
Fig. 105.



Doliolum Ehrenbergi, geslachtsdier, van ter zijde gezien; *a* buccaalopening; *b* cloacaalopening; *l* kieuw; *e* endostyl; *i* maag.

Echter zijn in eenige gevallen de huid en de huidspieren meer van elkander gescheiden. Algemeen is dit het geval in de klasse der Tunicaten, waar de spieren tegen de binnenvlakte van den mantelzak aan gelegen zijn, hetzij, zooals bij de Ascidien, digt aaneengesloten maar in verschillende rigtingen, of, gelijk bij *Salpa* (fig. 83 bl. 89) en *Doliolum* (fig. 105), in afzonderlijke strengen, die hoepelsgewijs geplaatst zijn. Door hare zamentrekking wordt de ligchaamsholte vernaauwd en het water uit de cloaca-opening gespoten, waardoor het ligchaam voortgedreven wordt.

Fig. 106.



Parrella (Laguncula) repens, naar VAN BENEDEN, bij 100-malige vergrooting.

1, 2, 3, 4, 5 individu's in verschillende ontwikkelingstoestanden; *m* kieuwrankenkrans; *q* voorste, *r* achterste *m. m. parieto vaginales*; *o m. retractor*; *g* kaauwmaag; *h* achterste gedeelte der maag; *k* uiteinde van het darmkanaal met de aars; *x* eijerstok; *x'* eijeren; *z* opening voor de eijeren; *u* zaadklier; *v funiculus*.

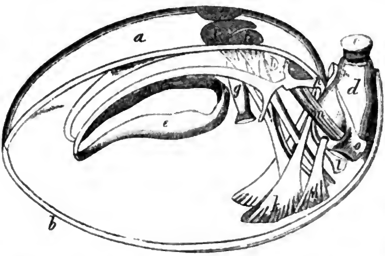
Ook bij de Heretopoden, wier huid glasachtig doorschijnend en minder voor vormverandering geschikt is dan die van de overige Gasteropoden, vormen de spieren eene eigene laag.

Van de eigenlijke huidzakspieren onderscheiden zich de **huidskeletspieren** door grootere zelfstandigheid. Daartoe behoort de voor de instulping van het voorligchaam dienende *musculus retractor* der Bryozoën (fig. 106), een betrekkelijk groote spier, die met haar vooreinde aan het begin van het spijsverteringskanaal, niet ver van den mond, en met zijn achtereinde aan den wand der

holte is ingeplant. Voor de merkelijk langzamere instulping dienen deels dwars loopende spiervezelen in den wand van het voorste gedeelte van den endocyst (*musculi parietales*), deels spiervezelen, die van den endocyst naar zijn scheedegedeelte gaan (*m. m. parieto-vaginales*), en die beide derhalve nog tot de huidzakspieren behooren.

In de klasse der Brachiopoden is het spierstelsel uit verscheidene spieren zamengesteld. Er laten zich zes paren onderscheiden, ofschoon deze bij niet allen gelijkelijk ontwikkeld zijn. Daarvan dienen twee paren (fig. 107), die van klep tot klep gaan (*musculi adductores s. occlusores anteriores* en *posteriores*), tot sluiting der schelp. Twee andere paren, een grooter (*musculi divaricatores*) en een kleiner (*m. m. divaricatores accessorii*), die met hun eene einde aan de buikklep, met het andere aan het slotuitsteeksel van de rugklep zijn ingeplant, bewerken door hare zamentrekking de opening der schelp. Het laatste dezer paren ontbreekt echter bij *Lingula*. Bij deze sluit- en openingspieren voegen zich in de familie der Terebratuliden nog twee paren, die beide ontspringen aan het binneneinde van den steel en waarvan het eene (*musculi adjustatores dorsales*) zich aan de rugklep, nabij het slot, het andere (*m. m. adjustatores ventrales*) zich aan de buikklep inplant. Door deze inrigting kan de schelp zich aan

Fig. 107.

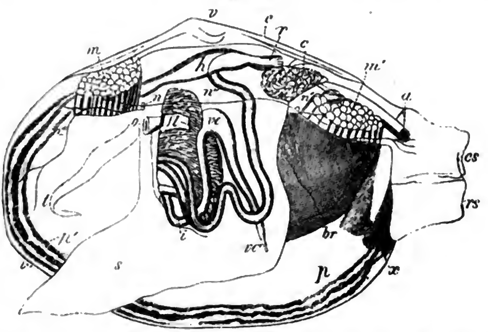


Spiertoestel van *Waldheimia australis*. Naar HANCOCK. *a* rugklep; *b* buikklep; *c* steel; *d* zijn kapsel; *e* steuntoestel; *g* gedeelte van het darmkanaal; *h* hart; *i m. m. occlusores anteriores*; *j m. m. occlusores posteriores*; *k m. m. divaricatores*; *l m. divaricator accessorius*; *m m. m. adjustatores dorsales*; *n m. m. adjustatores ventrales*; *o m. peduncularis*; *p* slotuitsteeksel.

den steel op- en nederbuigen. Eenigzins anders is het bij *Lingula*, waar drie paren spieren voorkomen, die men wel is waar als beantwoordende aan de zoo even genoemde *m. m. adjustatores* der Terebratuliden beschouwt, doch die niet met den steel zamenhangen. De steel der Brachiopoden zelf is ook een deel dat voor beweging vatbaar is, door middel van een zich daarin bevindende spier (*musculus peduncularis*), die zich digt achter de *m. m. divaricatores* aan de klep bevestigt. Inzonderheid onderscheidt zich *Lingula* door een lange en krachtig gespierde steel.

De opening der schelpkleppen geschiedt in de klasse der Lamellibranchien niet, zooals bij de Brachiopoden, door eigene spieren, maar door de passieve werking van den veerkrachtigen slotband. Voor de sluiting daarentegen dienen hetzij twee spieren (fig 108) of eene enkele spier, waarnaar men de *Lamellibranchia* ook onderscheidt in *dimyaria* en *monomyaria* Deze

Fig. 108.



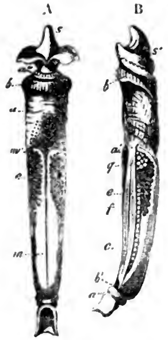
Anatomie van een Plaatkieuwig Weekdier, uit de afdeeling der *Dimyaria siphonostomata*; half schematisch.

v top van de schelpklep; *v'* onderste rand van de schelpklep; *s* voet; *p p'* mantel; *br* kieuw; *m* voorste-, *m'* achterste sluitspier; *rs* ademhaling-sipho; *cs* uitlozing-sipho; *o* mond; *t* een der lipvoelers; *ve* maag; *ve'* zijn blindzak; *l* lever; *i* darm; *r* endeldarm; *a* aars; *h* hart; *n* bovenslokdarmsknoopen; *n'* kieuwknoopen; *n''* verbindingstreng; *n'''* zenuwtakken; *e* eijerstok.

spieren gaan van klep tot klep en doorboren op haar inhechtings-

punt den mantel. Zijn er twee spieren, dan zijn deze gewoonlijk geplaatst nabij den rugwand der schelp, op eenigen afstand ter weerzijde van het slot. Men onderscheidt derhalve een voorste en achterste sluitspier (*m. occlusor anterior* en *posterior*). Meestal zijn beide spieren ongeveer gelijk van grootte. Waar verschil bestaat (bij *Pinna*, *Mytilus* e. a.) is de achterste sluitspier de krachtigste. Is slechts één sluitspier voorhanden (b. v. bij *Ostrea*, *Pecten*, *Lima* e. a.), dan is deze meer nabij het midden der schelpkleppen geplaatst. Zij beantwoordt aan de achterste sluitspier der *Dimyaria*, terwijl de voorste ontbreekt. Alleen in sommige gevallen (*Tridacna*) kan de enkelvoudige sluitspier als eene vereeniging der beide elders gescheiden spieren worden beschouwd.

Fig. 109.



Dentalium tarentinum. Naar Lacaze-Duthiers. Het dier zonder de schelp.

A van de buikzijde, B van ter zijde gezien.

a mantel; *a'* middelste insnoering des mantels; *a''* voorste mantelrand; *a'''* achterste mantelaanhangsel; *b* voorste sluitspier des mantels; *b'* achterste kringspier; *c* overlangsche spieren; *e* doorschemerende lever; *g* excretie-organ; *f* voortteelingsklier; *m* achterste mantelvat; *m'* takken daarvan; *s'* voet.

Sommige Lamellibranchien, gelijk de soorten van *Pecten*, *Lima*, *Solen*, roeijen zich door het snelle sluiten en openen hunner schelpkleppen in het water voort.

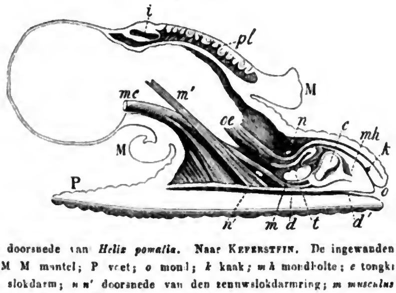
Behalve deze sluitspieren hebben ook die Lamellibranchien, welke van eenen voet voorzien zijn, twee paren dunnere spieren, waardoor dit deel voor- en achterwaarts kan getrokken en ook iets om zijne as gedraaid worden (*musculi protractores* en *retractores pedis*). Beide planten zich ook aan de rugzijde der kleppen tusschen de sluitspieren in (fig 93 bl. 95), maar zijn in vele gevallen niet scherp van elkander gescheiden.

In de overige klassen, waar de schelp enkelvoudig is, ontbreken natuurlijk ook die spieren, welke in de beide vorige klassen voor de beweging der kleppen en tevens van de daar-

tegen aan gelegen mantelhelften dienen. Met de achterste sluitspier der Lamellibranchien is echter vergelijkbaar de achterste kringspier des mantels van *Dentalium* (fig. 109), waardoor deze aan de buisvormige schelp verbonden is, terwijl de voorste mantelkringspier geacht kan worden aan de voorste sluitspier der Lamellibranchien te beantwoorden, alhoewel deze niet met den schelpwand zamenhangt. Van de twee paren spieren, die uitgaan van de achterste kringspier, strekt zich het eene voornamelijk in den mantel, het andere in den voet uit. Dit laatste komt dus overeen met de *m. m. retractores pedis* der Lamellibranchien, terwijl beide gezamenlijk aan den *musculus columellaris* der Gasteropoden beantwoorden. Zij zijn dan ook bij *Siphonodentalium* tot een enkel paar versmolten.

De genoemde *musculus columellaris* (fig. 110 *mc*) draagt zijn naam daarnaar, dat hij bij alle van een gewonden schelp voorziene Gasteropoden aan het voorste gedeelte der zuil (*columella*), aan het begin der laatste winding, is ingeplant. Hij is het eenige deel, waardoor het overige weeke ligchaam met de schelp verbonden is, en door zijne zamentrekking wordt het voorligchaam daarin

Fig. 110.



Loodregte doorsnede van *Helix pomatia*. Naar KEFERSTEIN. De ingewanden zijn verwijderd. M M mantel; P voet; *o* mond; *k* kaak; *mh* mondholte; *c* tongkraakbeen; *t* tong; *oe* slokdarm; *n n'* doorsnede van den zenuwslokdarmring; *m musculus retractor pharyngis*; *mc musculus columellaris*; *m'* spier naar het darmkanaal; *d* voetklier; *pl* longholte; *i* endeldarm.

teruggetrokken. Opmerking verdient het hierbij dat, naarmate

het dier groeit, ook het punt van inplanting dezer spier zich voorwaarts verplaatst. Eene dergelijke langzame verplaatsing der inplantingspunten van spieren aan den schelpwand geschiedt trouwens ook bij de sluit- en voetspieren der Lamellibranchien.

De *musculus columellaris* is steeds een zeer krachtige spier, die van de onderzijde van het voorligchaam en den zich daar bevindenden voet ontspringt en eigenlijk nog uit twee helften bestaat, die zich bovenwaarts vereenigen en dan door den ligchaamswand heengaande zich aan de schelp vasthechten. Binnen in de ligchaamsholte scheiden zich daarvan nog bundels af, die voor de terugtrekking van de voelers en van het slokdarmhoofd dienen (*m. m. retractores tentaculorum* en *retractores pharyngis*).

Bij Gasteropoden, die een niet gewonden schelp hebben, gelijk *Patella*, *Fissurella* e. a., is deze spier eenvoudig aan den schelpwand ingehecht en dan ook nog aldaar somtijds duidelijk dubbel. Eene uitzondering maakt *Haliotis*, waar alleen de regter helft der spier tot ontwikkeling is gekomen.

Ook de van een schelp voorziene Pteropoden hebben een dergelijke spier, die bij diegenen welker schelp gewonden is (*Limacinidae*) aan de spilzijde, bij diegenen welker schelp niet gewonden is (*Hyaleidae*) aan de binnenzijde harer spits is ingeplant.

Het is duidelijk dat in al deze gevallen de *musculus columellaris*, — die beter met den algemeeneren naam van *musculus retractor corporis* zoude bestempeld worden, — moet geacht worden aan de voetspieren der Lamellibranchien te beantwoorden.

Eenigzins anders echter is de verhouding bij de Cephalopoden. Bij *Nautilus* ontspringt ter weerzijde aan het kopkraakbeen een krachtige spier (*m. retractor corporis*), die zich aan de binnenvlakte van de voorste kamer der schelp vasthecht, en door welker zamentrekking zich ook het dier daarin terugtrekt. De hoofdverrigting is derhalve dezelfde als die van den *musculus columellaris*, en deze is, gelijk uit het boven gezegde gebleken

is, ook als een dubbele spier te beschouwen; doch de inplanting van de *m m. retractores corporis* van den Nautilus aan het kopkraakbeen stelt een te groot verschil daar om beiderlei spieren als geheel homoloog te beschouwen. Ook bij de overige Cephalopoden komen aan het kopkraakbeen ontspringende spieren voor, die met de *musculi retractores* van den Nautilus overeenstemmen, maar veel zwakker zijn. Haar achterste inhechtingspunt bevindt zich bij de Decapoden aan dat gedeelte van de binnenvlakte des mantels hetwelk de rugplaat of inwendige schelp afscheidt, en bij de Octopoden, die zulk een rugplaat missen, aan een smalle kraakbeenige strook ter zelfder plaatse. In de nabijheid dezer spieren ontspringt echter altijd nog een tweede paar, dat zich naar den trechter begeeft en waarin men, om redenen die beneden blijken zullen, met meer grond het homologon van de voetspieren der Lamellibranchien en van den *m. columellaris* der Gasteropoden en Pteropoden erkennen kan.

Behalve de reeds genoemde spieren, kunnen er nu nog andere voorkomen, die eene meer bepaalde bestemming hebben tot beweging van zekere deelen, doch die wij, als minder tot het algemeene plan van bewerktuiging behoorende, hier met stilzwijgen voorbijgaan.

26 Er is echter één deel, dat, ofschoon het bij sommigen rudimentair kan worden of zelfs geheel ontbreken, toch in de hoogere Molluskenklassen zoo algemeen voorkomt, dat men het als een typisch bestanddeel van hun ligchaam moet beschouwen. Dit deel wordt gewoonlijk voet (*pes*) genoemd, omdat er in vele gevallen het ligchaam bij de voortbeweging op rust, doch daar dit geenszins altijd zoo is en dit deel bovendien verschillende belangrijke wijzigingen kan ondergaan, zoo verdiend de algemeenere naam van *podium* de voorkeur.

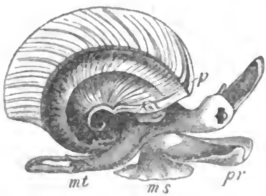
Gaan wij bij de beschouwing daarvan uit van die naakte Gasteropoden, zoo als b. v. *Limax*, bij welke de geheele buik-

wand van den huidspierzak daarin veranderd is. Hier vertoont zich de voet of het *podium* als een groote vleezige zool, die alleen zijdelings eenigzins uitpuilt. Dezen vorm behoudt dit deel ook nog, wanneer de schelp, gelijk bij *Patella*, schotelvormig is en een wijden mond heeft. Maar wanneer de schelp zich windt, dan snoert zich de voet als het ware van het overige ligchaam af en verkrijgt zoo eene zekere zelfstandigheid. Dit kan echter nog in verschillende graden plaats grijpen, en tevens kan de voet daarbij nog tamelijk uiteenloopende vormen aannemen, vooral in de afdeeling der Prosobranchien. Het deel, waardoor de voet dan met het overige ligchaam zamenhangt, wordt als voetwortel onderscheiden. Soms, zoo als bij *Strombus*, verlengt zich deze tot een langen, rolronden steel.

Steeds bestaat dit orgaan voor het grootste gedeelte uit elkander in verschillende rigtingen kruisende spiervezelen, die inzonderheid bij de Heteropoden een zeer regelmatig beloop hebben. Bij sommige *Helix*-soorten treft men in zijn as over eene groote uitgestrektheid kalkligchaampjes aan, die een soort van rudimentair inwendig skelet vormen. Ook zijn er Longslakken, van de geslachten *Pedipes* en *Auricula*, wier voet door een overdwarse groeve in twee deelen gescheiden is, die zich elk op zich zelf zamentrekken en waarop het dier voortkruipt op de wijze der Spanrupsen. Eene dergelijke scheiding in twee of drie achter elkander gelegen deelen komt veel algemeener bij een aantal in zee levende Prosobranchien voor en bereikt haar toppunt in de groep der Heteropoden. Werkelijk kan men dan ook met Huxley aan den voet nog drie elkander van achteren naar voren opvolgende deelen onderscheiden en deze *metapodium*, *mesopodium* en *propodium* noemen. Elk dezer deelen kan echter tot eene meer zelfstandige ontwikkeling komen of wel in het geheel niet voorhanden zijn. Zeer duidelijk is de scheiding bij *Atlanta*. Hier is het zich als een bijzonder deel uitstrekkend *metapodium* de drager van een deksel (*operculum*) tot sluiting der schaal; het *mesopodium* is,

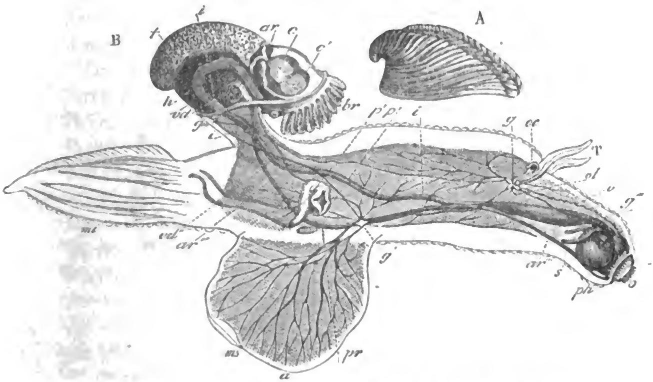
even als bij alle andere Heteropoden, zijdelings zamengedrukt en voorzien van een zuignap, terwijl dit voorwaarts zich aansluit aan het, door eene ondiepe groeve daarvan gescheiden, vinvormige *propodium*. Nog duidelijker is deze scheiding van den voet in drie achter elkander gelegen deelen bij het verwante geslacht *Oxygyrus* (fig. 111). Bij andere Heteropoden, waar òf geen schelp bestaat (*Pterotrachea*) òf deze in verhouding tot het ligchaam klein is (*Carinaria*), ontbreekt het deksel, maar het metapo-

Fig. 111.



Oxygyrus Kérandrenii. Naar SOULEYET.
pr propodium; *ms* mesopodium, met den grooten zuignap; *mt* metapodium.

Fig. 112.



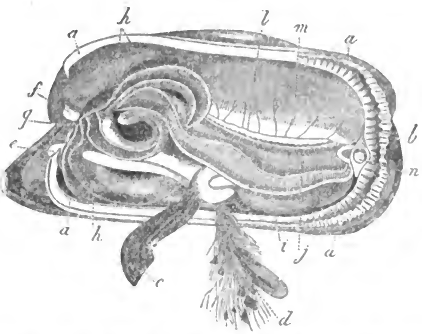
Carinaria cymbium, mannetje. Naar SOULEYET. De schelp A is van den ingewanden-zak afgenomen; *mt* achterste gedeelte van den voet; *pr* voorste kielvormige afdeeling van den voet of propodium; *ms* mesopodium met den zuignap; *o* mond; *ph* slokdarmhoofd, *s* speekselklieren; *v* maag; *i* darm; *a* aars; *h* lever; *c* hartekamer; *c'* voorkamer; *ar* aorta; *br* kieuwen; *ar'* en *ar''* zijne takken naar de ingewanden; *g ganglion superoesophageum*; *g' ganglion pedale*; *g'' ganglion viscerale*; *g''' ganglion buccale*; *oe* oog; *t* zaadklier; *vd* zaadleider; *vd'* zaadgroeve naar *p* roede; *p'* klierroede.

podium is toch voorhanden; het geheele achtereinde des ligchaams moet als zoodanig beschouwd worden.

Onder de Prosobranchien is deze scheiding van den voet in drie zulke afdeelingen nog duidelijk herkenbaar bij *Strombus*, *Harpa*, *Natica*, *Oliva*, *Voluta*, doch de gedaante en betrekkelijke uitgebreidheid van elk dezer drie afdeelingen bieden vele verschillen aan. Het *metapodium* is steeds de zitplaats van het deksel, en dit wijst derhalve ook zijn plaats aan in die gevallen waar geene in het oog loopende scheiding tusschen het metapodium en het mesopodium bestaat.

Het groote meerendeel der Lamellibranchien is desgelijks in het bezit van een voet, die gewoonlijk zijdelings zamengedrukt en kegelvormig, tongvormig, wig- of bijlvormig is en soms ook een soort van zool heeft, waarop het dier voortkruipen kan. Ook zijn er (b. v. *Solen*) die een rolronden voet hebben, terwijl hij bij anderen (*Cardium*) knievormig gebogen is, bij nog

Fig. 113.



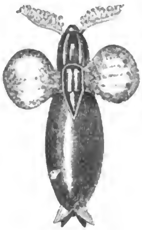
Mytilus edulis, na verwijdering van de linkerklep en met de linker mantellob teruggeslagen. *a a a* de verdikte zoom des mantels; *b* commissuur, die de mantelholte van de cloaca-opening scheidt; *c* voet; *d* byssus; *e*, *f* *musculi retractores pedis*; *g* mondopening; *h*, *h* mondvoelers; *i* en *j* linker kieuwplaten; *l* vaatkanaal aan de basis der kieuwen; *m* binnenvlakte des mantels; *n* klep voor de cloaca-opening.

anderen (*Pholas*, *Teredo*) in een zuignap eindigt, of zijn rand is met papillen bezet (*Pectunculus*, *Nucula*). Eene scheiding in al de drie reeds genoemde deelen is nimmer duidelijk waarneembaar. Toch zijn er (b. v. *Pinna*, *Mytilus* e a.) waar het achterste gedeelte, waaraan de byssusklier zich bevindt, een soort van uitsteeksel vormt, dat van het voorste gedeelte gescheiden is (fig. 113). Werkelijk kan men den byssus der Lamellibranchien als vergelijkbaar met het deksel der Prosobranchien beschouwen en dan dit achterste gedeelte van den voet met de byssusklier *metapodium* noemen. De byssus bestaat wel is waar uit draden die tot een bundel vereenigd zijn, terwijl het deksel uit met de randen concentrisch aaneengevoegde lagen is zamengesteld, maar beider zelfstandigheid is (de verkalking van het deksel in eenige gevallen uitgezonderd) dezelfde, en het verschil in gedaante wordt veroorzaakt doordat de byssus in eene instulping van den voet, de reeds genoemde byssusklier, het deksel daarentegen aan een vlak uitgebreid gedeelte van den voet wordt afgescheiden.

Het voet genoemde deel kan ook zijdelingsche uitbreidingen verkrijgen. Deze komen echter niet voor bij de Lamellibranchien, maar wel bij sommige Gasteropoden uit de orden der Prosobranchien en der Opisthobranchien. Het is inzonderheid het middengedeelte van den voet, het *mesopodium*, waaraan zulke zijdelingsche uitbreidingen voorkomen, die zich dan als groote lappen ter weerzijde om de schelp heenslaan (*Oliva*, *Natica* e. a.). Dergelijke zijdelingsche lobben aan den voet bezitten ook verscheidene Opisthobranchien uit de familien der *Aplysiidae* en der *Acera*, waar zij bij de beweging in het water den dienst doen van vinnen. Zulke vormen (inzonderheid *Gasteropteron*) maken ten aanzien van het maaksel van den voet een overgang tot de Pteropoden (fig. 114 en 115 volg. bl.), waar het buikgedeelte van den voet algemeen klein is, maar daarentegen de zijdelobben of vinnen eene betrekkelijk aanmerkelijke grootte en eene bij de onderscheidene groepen nog verschillende gedaante erlan-

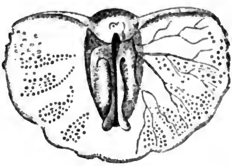
gen. Ook een daarvan gescheiden *metapodium* is soms duidelijk

Fig. 114.



Pneumodermon violaceum, van de buikzijde gezien, vergroot.

Fig. 115.

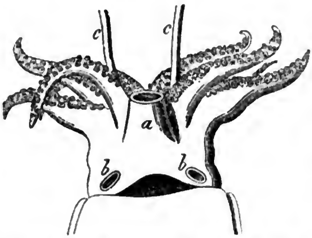


Tiedemannia neapolitana, van de buikzijde gezien. Naar GEGENBAUR.

voorhanden, vooral bij *Limacina*, waar het de drager van een dekseltje is.

Behalve de reeds genoemde deelen kunnen nu, zoowel bij sommige Gasteropoden als bij Pteropoden, nog andere aanhangsels daaraan voorkomen, die door HUXLEY met den algemeenen naam van *epipodium* zijn bestempeld, doch die wij, als uit een morphologisch oogpunt van minder belang zijnde, hier voorbij gaan.

Fig. 116.



Kop met het begin van den mantel en den trechter van *Sepia officinalis*, van de onderzijde gezien.
a trechter; *b b* napvormige groefjes; *c c* onderste gedeelten der lange grijparmen.

Uit het reeds gezegde volgt dat de voet of het *podium* als een typisch ligchaams-bestanddeel in de klassen der Lamellibranchien, der Gasteropoden en der Pteropoden moet worden beschouwd, waarvan de gedaante zich echter zeer wijzigt naar gelang van de levenswijze

des diers. Die wijziging gaat nu nog eenen belangrijken stap verder in de klasse der Cephalopoden. Het deel dat men bij dezen trechter noemt (fig. 116) is het *podium* of juister een gedeelte daarvan, het *mesopodium*. Tot de overtuigiug hiervan komt men vooral door de beschouwing van dit deel bij *Nautilus*. Hier bestaat de trechter uit twee in de nabijheid van den kop aan de buikzijde ontspringende zijdelingsche lobben, derhalve als aan het mesopodium bij de Pteropoden, maar die om elkander gerold zijn en zoo een buis daarstellen, waarvan de voorste opening vrij buitenwaarts, de achterste in de mantelholte mondt. Alle overige levende Cephalopoden bebben nu wel is waar eenen aan de buikzijde gesloten trechter, doch deze ontwikkelt zich ook uit twee aanvankelijk gescheiden lobben, die eerst later vergroeijen.

De wanden des trechters bestaan grootendeels uit spiermassa en zijn zeer zamentrekbaar. Doch behalve den trechter bezitten de Cephalopoden nog andere deelen, die desgelijks tot het *podium* behooren, namelijk de armen. Deze zijn bij de *Dibranchiata*, ten getale van 8 (*Octopoda*) of 10 (*Decapoda*), waaronder 2 de andere in grootte overtreffen, rondom den mond geplaatst. Zij bereiken gewoonlijk eene aanzienlijke lengte en zijn met zuignappen bezet, die bij de Octopoden vastzittend maar bij de Decapoden meestal gesteeld zijn, terwijl daarin doorgaans een, bij de Octopoden altijd ontbrekende, van tanden of haken voorziene stevige chitine ring voorkomt. Dikwijls, vooral bij de Octopoden, zijn de armen over eene grootere of geringere uitgestrektheid door zwemvliezen vereenigd. Van deze armen bedienen zich deze dieren tot het grijpen van hun voedsel maar bovendien als bewegingsorganen. De in de volle zee levende soorten gebruiken hen als roeiwerktuigen, terwijl de soorten, die zich nabij de kust ophouden, daarop als op even zoo vele pooten voortkruipen, met den mond benedenwaarts en het achtereinde des mantels naar boven gekeerd.

Ook Nautilus heeft zulke armen, doch deze zijn veel korter dan bij de Dibranchiaten, zoodat zij meer het voorkomen van

voelers hebben. Daarentegen is hun aantal merkelijk grooter; zij staan in twee kransen, waarvan de binnenste er 24, de buitenste er 38 telt. In het algemeen zijn deze armen of voelers dun en rolrond, met uitzondering echter van het paar, dat den buitensten krans aan de rugzijde sluit, en, als twee groote zijdelingsche lobben, den zoogenaamden kopkap vormt (fig. 95 bl 100). Eene dergelijke uitbreiding van een paar der armen tot groote lobben komt trouwens ook, onder de Octopoden, bij het wijfje van *Argonauta* voor. Ook kunnen deze armen nog andere wijzigingen ondergaan, waardoor zij tot hulporganen bij de voortplanting worden.

Dat werkelijk de armen der Cephalopoden als een deel van het *podium*, en wel als een door verder gevorderde differentieering tot hoogere ontwikkeling gekomen *propodium* moeten beschouwd worden, blijkt vooreerst uit hun weefsel, dat grootendeels uit spiervezelen bestaat, ten tweede daaruit dat zij, even als ook de trechter, hunne zenuwen uit het *ganglion pedale* ontvangen, ten derde uit de plaats die zij tijdens hunne eerste ontwikkeling innemen. Zij vormen dan namelijk nog geen rondom den mond gesloten krans, maar ontstaan aan de buikzijde als even zoo vele verhevenheden onder en ter zijde van den mond. Eindelijk stippen wij hier nog aan dat er ook onder de Pteropoden eenige soorten zijn, die door het bezit van een paar (*Pneumodermon* (fig. 114 bl. 120), *Spongobranchia*) of meer (*Clione*) arm- of voelervormige aanhangsels, welke bij eenigen zelfs met zuignapjes bezet zijn, zich aan de Cephalopoden aansluiten.

Ook de boven (bl. 110) vermelde spierachtige steel der Brachiopoden zoude, in weerwil zijner schijnbaar geheel verschillende plaatsing, als *podium* kunnen geduid worden. Eenige analogie daarvoor bieden zulke Lamellibranchien aan, zoo als *Tridacna*, bij welke het byssus vormende deel van den voet zich nabij het slot bevindt. Intusschen is het maaksel der Lamellibranchien en der Brachiopoden in andere opzigten te zeer verschillend om daarop veel gewigt te leggen.

Wormen.

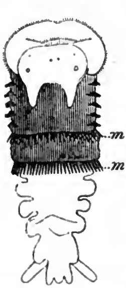
27. De talrijke diervormen, die onder dezen algemeenen naam begrepen worden, zijn onderling door merkelijk lossere banden vereenigd, dan de leden der overige hoofdafdeelingen. Dit openbaart zich reeds in de bekleedings- en bewegingsorganen. Wel is waar hebben allen een huidspierzak, die bij velen (*Coelelmia*) eene ligchaamsholte begrenst; doch bij anderen (*Plerelmia*) ontbreekt deze laatste en maakt het ligchaamsparenchym, te midden waarvan zich de verschillende overige organen uitbreiden, met den huidspierzak een zamenhangend geheel uit. Het eerste is het geval bij de orden der *Chaetophora*, *Gephyrea*, *Onychophora*, *Enterobranchia*, *Acanthocephala*, *Nematoda*, *Pterhelminthes* en *Gasterotrichae*, het tweede bij de orden der *Turbellaria*, *Hirudinida*, *Trematoda* en *Cestoda*. Toch is eene splitsing der Wormen op dien grond in twee groepen geen volkomen scherpe, — evenmin trouwens als eenige op andere gronden. Sommige der grootere, in zee levende Nemertinen, die in andere opzigten te zeer met de overige Turbellarien overeenstemmen om er van gescheiden te worden, hebben eene wel is waar kleine, maar duidelijk aanwezige ligchaamsholte, en ook onder de *Hirudinida*, waar deze in den regel mede niet bestaat, zijn er enkele (b. v. *Branchiobdella*), waar zij aanwezig is.

In het algemeen zijn de huidbekleedselen der Wormen dun en week of althans zeer buigzaam; eenigzins zamengestelde uit- of inwendige skeletvormingen komen bij hen niet voor; alhoewel er onder hen zijn (*Hermellacea*, *Pectinarea*, *Terebellacea*, *Serpulacea*), die kokers vervaardigen, welke geheel of ten deele uit eene stof zijn zamengesteld, die uit hunne ligchaamsoppervlakte naar buiten treedt en waarvan ook niet zelden (*Serpula*) koolzure kalk een bestanddeel uitmaakt. Zulke kokers zijn dan echter niet door spieren met het overige ligchaam verbonden

en derhalve niet als een huidskelet te beschouwen, gelijk de schelpen der Weekdieren.

De opperhuid is meestal zamengesteld uit eene enkele cellenlaag of uit een fijnkorrelig protoplasma, waarin zich geene eigenlijke cellen gedifferentieerd hebben, maar op afstanden gelegen kernen voorkomen. Dikwijls is zij van trilcilien voorzien, hetzij gedurende het geheele leven (*Turbellaria*, *Gasterotrichae*) of in den larventoestand (de meeste Trematoden, sommige Cestoden). Aan het ligchaam der larven van Chaetophoren en Gephyreën staan de trilcilien gordelgewijs (fig. 117). Bij vele soorten dezer beide klassen blijven trilcilien ook gedurende het verdere leven des diers op eenige plaatsen des ligchaams bestaan, bij eenigen (*Chaetopterus*, *Polyophthalmus*, e. a.) zelfs over zijne geheele oppervlakte. Daarentegen ontbreken de trilcilien bij de Nematoden en Acanthocephalen, ook in den jeugdigen toestand der dieren; evenzoo bij de Bloedzuigwormen, met uitzondering echter van het geslacht *Malacobdella*.

Fig. 117.

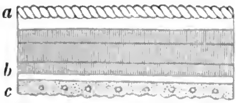


Mesotroche larve van *Chaetopterus*; *m m* de beide gordels met trilhaartjes. Naar BUSCH.

Waar het trilhaarbekleedsel niet voorkomt of, aanwezig geweest zijnde, later verdwijnt, vormt zich eene *cuticula* Deze cuticula is een afscheidingsproduct van het opperhuids-epithelium, welk laatste echter dan ook nog in zeer vele gevallen geene scheiding in cellen vertoont (fig. 118*c*). De stof waaruit de cuticula bestaat, behoort tot de reeks der chitine-zelfstandigheden, maar ten aanzien van haar weerstandbiedend vermogen aan alkalien en zuren bestaan nog verschillende trappen. Meestal blijft de cuticula zeer dun, maar bij de Nematoden (fig. 118) en vele Chaetophoren bereikt zij eene aanmerkelijkere dikte en erlangt dan ook eene zekere mate van stijfheid. Zij bestaat alsdan uit twee of meer lagen, die dikwijls eene min of meer regelmatige streping vertoonen, indiervoege dat de strepen in de op elkander volgende lagen

zich kruisen. Ook komen er dan meestal porienkanalen in voor, die er in loodregte rigting doorgaan en dergelijke kanaaltjes herinneren in de chitinehuid der Arthrozoën De Hirudiniden hebben gedurende hun geheele leven eene zeer dunne cuticula, hetgeen ten deele het gevolg is van het van tijd tot tijd afwerpen der oude cuticula gedurende den groei.

Fig. 118.

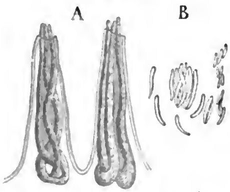


Loodregte overlangsche doorsnede van de huid van *Ascaris megalocephala*.
a b de lagen der *cuticula*; *c* matrix.

Uit een en ander blijkt, dat er tusschen de cuticula-vorming der Wormen en de vorming van het uitwendige chitine skelet der Gelede dieren eene onmiskenbare overeenkomst bestaat. Ook bij dezen is de aan de opperhuid beantwoordende matrix van het chitine skelet (de zoogenaamde *hypodermis*) doorgaans eene eenvoudige protoplasmalaag met kernen maar zonder duidelijke cellen.

De huid der Wormen kan ook nog de zetel zijn van bijzondere deelen. Daartoe behooren de zoogenaamde staafjes of staaforganen, die het meest verbreid zijn in de huid der Turbellarien, maar ook bij vele der hoogere Chaetophoren (fig. 119), vooral in de huid der voetstompjes, zijn aangetroffen. Deze staafjes vormen zich binnen eigene holten of cellen, hetzij afzonderlijk of verscheidene te zamen. Men noemt deze organen, die zich buitenwaarts openen, dan ook wel staafjesklieren. Hunne beteekenis is onzeker. Men heeft hen met de netelcellen der Coelenteraten vergeleken. Meer waarschijnlijk is het dat zij deelen van zintuigen zijn, even als de zoogenaamde bekervormige

Fig. 119.



A. Papillen met staafjesklieren uit den slurp van *Eulalia virifera*, bij geringe vergrooting.
B. Een staafjescel en eenige uitgestoten staafjes. Sterk vergroot. Naar Claparède.

organen in de huid der Visschen (Dl. II, 2de Afd. p. 478), waarmede zij eene onmiskenbare overeenkomst hebben.

Voorts openen zich ook aan de huidsoppervlakte der meeste Wormen klieren, die eene slijmachtige stof afscheiden. Dikwijls, bepaaldelijk bij vele Chaetophoren, zijn zij eenvoudige holten (zoogenaamde alveolen), die dan eens te midden van het huidweefsel, dan weder dieper gelegen zijn Bij de Gephyreën en vooral bij de Hirudiniden zijn deze klieren echter zamengestelder en merkelijk grooter, doch minder talrijk.

Zeer eigendommelijk zijn de in talrijke gevallen voorkomende harde chitine-aanhangsels, die zich hetzij als eenvoudige plaatselijke verdikkingen der cuticula of in bijzondere holten vormen. Dergelijke uitwendige chitine-aanhangsels kunnen bij soorten van alle klassen voorkomen, hoewel zij nog zeer verschillende gedaanten aannemen, als van knobbeltjes, stekels, haren, borstels, haken enz., welke hoofdvormen dan wederom allerlei wijzigingen kunnen aanbieden.

Als eenvoudige plaatselijke verdikkingen der cuticula, vertoonen zich de wratachtige knobbeltjes aan de ligchaamsoppervlakte van sommige Trematoden, van *Pontobdella* onder de Hirudiniden, van sommige Sipunculiden, waaronder die van *Chaetoderma* tot kalkstekeltjes worden; voorts de rugharen der Gasterotrichen, de haakjes waarin de voetstompjes van *Peripatus* eindigen, alsmede die op verschillende plaatsen des ligchaams van vele Trematoden (fig. 120), de kransgewijs aan het vooreinde van den scolex geplaatste haakjes van vele Cestoden (*Taenia*, fig. 121 en 122) en op en aan de zuignappen van anderen (*Trypanoryncha*). Dergelijke haakjes komen reeds bij de embryones van vele soorten dezer klasse voor. Ook de larven van vele Trematoden, de zoogenaamde Cercarien, zijn in het tijdelijk bezit van een chitine-stekeltje aan haar vooreinde.

Fig. 120.



Distoma echinatum; vergroot. Naar PAGENSTECHER.

Andere dezer chitine aanhangsels ontstaan in huidverdubbe-

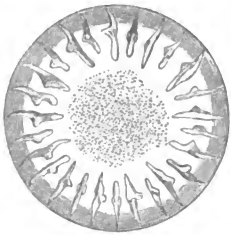
lingen of huidzakjes, *folliculi.* Dit geldt algemeen van de borstels der Chaetophoren (fig. 123,) die hetzij afzonderlijk of tot bundels (twee of vier aan elk segment) vereenigd aan de voetstompjes of, waar deze ontbreken, aan de ligchaamsoppervlakte te voorschijn treden en welker nog zeer uiteenloopende gedaante voor bepaalde soorten kenmerkend is. Zij dienen aan de vrij levende soorten tot organen om op te steunen bij de voortbeweging en als een soort van vinnen bij het zwemmen. Bij de in kokers levende soorten zijn deze borstels alle of ten deele in haakjes veranderd. Ook de gordelsgewijs nabij het voor- en achtereinde der Echiuriden geplaatste borstels en haakjes vormen zich in huidzakjes. Tot dezelfde vormingen behooren ook de gebogen stekels ter weerzijde van den mond van *Sagitta* (fig. 124), alsmede de soms nog van tandjes voorziene mondring van sommige Nematoden (*Dochmius*, *Sclerostomum*, fig. 125), die bij anderen (*Deletrocepha-*

Fig. 121.



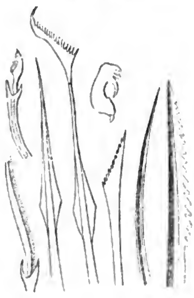
Kop van *Taenia solium.* Vergroot.

Fig. 122.



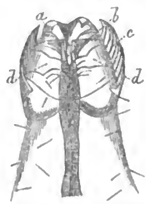
Hakenkrans van *Taenia solium*, sterker vergroot. Naar LEUCKART.

Fig. 123.



Eenige vormen van borstels.

Fig. 124.



Kop van *Sagitta bipunctata*, van onderen gezien. *a* stekeltandjes voor den mond; *b* mond; *c* zijdelingsche stekels.

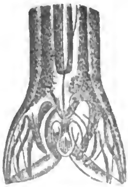
lus, *Diaphanocephalus*) door vier of acht chitine-staafjes vervangen wordt. Eigendommelijk zijn ook in deze klasse de twee uit diepe scheeden te voorschijn komende chitine-spiculae die bij de mannetjes ter weerzijde van den enddarm geplaatst zijn en tot paringsorganen dienen, terwijl zich tevens bij eenigen (*Strongylus*) de cuticula in den omtrek der aarsopening trechtersgewijs uitbreidt en zoo een soort van open zakje vormt, waarvan de wanden nog door chitine-ribjes gesteund worden (fig. 126).

Fig. 125.



Kopeinde van *Sclerostomum armatum*. Naar SCHNEIDER.

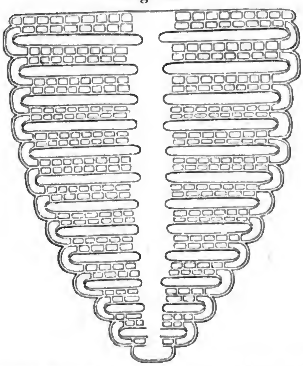
Fig. 126.



Achtereinde van eenen mannelijken *Dochmius (Strongylus) trigonocephalus*, met de *bursa*. Naar LEUCKART.

28. Slechts in zeer weinige gevallen komen bij Wormen sporen van een **inwendig skelet** voor. Als zoodanig moet de uit kraakbeen bestaande steuntoestel worden beschouwd, die bij de Serpulaceën zich in het kopsegment aan de basis van den kieuwtoestel bevindt, van waaruit zich dunne strooken in al de geveederde kieuwplaten uitstrekken.

Fig. 127.



Gedeelte van de uit chitine bestaande kieuwkorf van *Balanoglossus*. Vergroot. Naar KOWALEWSKY.

Ook bij den in zoo vele andere opzigten

zich van de overige Wormen onderscheidenden *Balanoglossus* (I[ste] Afd. p. 578) komt een inwendig kieuwskelet voor, doch dat uit eene chitine-achtige stof bestaat. Deze toestel (fig. 127) is zamengesteld uit een groot aantal bogen en dezen verbindende balkjes en herinnert eensdeels den kieuwbogentoestel van *Amphioxus*, anderdeels den kieuwzak der Ascidien.

29. Bij alle Wormen wordt het aanmerkelijkst gedeelte van den huidspierzak door spieren gevormd. Deze bieden, zoowel wat het histologisch maaksel als wat hare plaatsing aanbelangt, groote verschillen aan. Reeds de gedaante der spiercellen kan zeer uiteenloopen In de afdeeling der *Plerelmia* is zij gewoonlijk eenvoudig spoelvormig, vezelvormig, maar in die der *Coelelmia* treden, vooral in de orden der Nematoden, der Acanthocephalen en der Chaetophoren, meer of minder groote afwijkingen van deze meer gewone gedaante der spiercellen op. Dikwijls zijn deze plat, d. i. bandvormig, soms (bij de Nematodengeslachten *Oxyuris*, *Strongylus* e. a.) daarbij zeer kort en ruitvormig; bij eenigen (*Gordius*, *Trichocephalus*) met de smalle kanten buitenwaarts gekeerd; in weder andere gevallen (*Ascaris*, *Filaria* e. a.) gootvormig, met de holle zijden binnenwaarts gekeerd. Niet zelden verdeelen zich zulke spierbanden aan hun einde in dunne vezelen, waarmede zij zich aan de rug- of buikstreep inplanten.

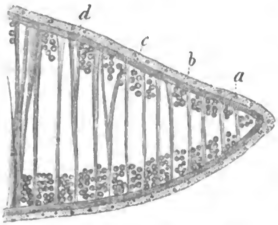
Eene overdwarse streping, als aan de spiercellen der Gewervelde en Gelede dieren, bestaat aan die van *Sagitta*.

Een algemeen doorgaand verschil tusschen de spierstelsels der *Plerelmia* en der *Coelelmia* bestaat daarin: dat alleen bij de eerstgenoemden de spieren eene van de huid gescheiden laag uitmaken, terwijl zij daarentegen bij de soorten der tweede afdeeling met de lederhuid zijn zamengevlochten.

Wat de rigting der spiervezelen aanbelangt, zoo kan men onderscheiden: overlangs loopende spieren, overdwarse of kringspieren, en spieren die, in dwarse of schuinsche rigting door

het ligchaam heengaande, rug- en buikzijde met elkander verbinden (fig. 128). Deze laatsten (*musculi dorso-ventrales s sagittales*) komen alleen bij *Plerelmia* voor, die bovendien overlangs en overdwars loopende spiervezelen hebben, doch welke niet tot bijzondere spieren maar alleen hier en daar, — inzonderheid bij de Bloedzuigers, — tot bundels vereenigd zijn. Meestal is er eene buitenste en eene binnenste overdwarse laag, waartusschen de overlangsche besloten ligt. Soms voegen zich daar nog schuins loopende spiervezelen bij.

Fig. 128.

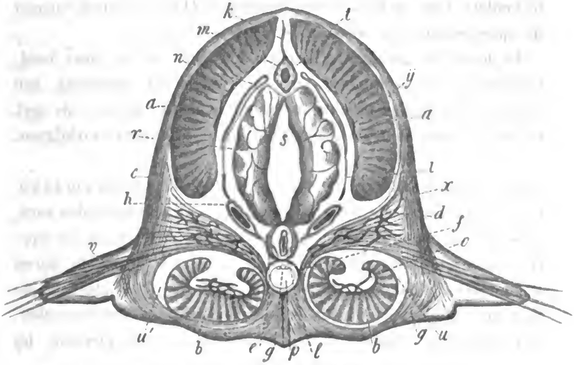


Gedeelte eener dwarse doorsnede van *Clepsine*. *a* huid; *b* dwarse spierlaag; *c* overlangs loopende spierbundels; *d* spieren die van de rug- naar de buikzijde gaan.

Ofschoon nu ook in de meeste orden der *Coelelmia* zoowel overdwars als overlangs loopende spieren voorkomen, zoo is dit echter geenszins bij allen het geval. In de geheele orde der Nematoden bestaat het spierstelsel alleen uit overlangs geplaatste spiervezelen, die in de middellijn en desgelijks, door aan beide zijden naar binnen springende huidverdikkingen, de zijdestrepen of zijdevelden, in vier bundels of even zoovele zelfstandige spieren gescheiden zijn. Ook *Sagitta* heeft enkel zulke lengtespieren. De mede ten getale van vier, twee rug- en twee buikspieren, in het ligchaam der Chaetophoren overlangs loopende spieren (fig. 129 *a* en *b*), beantwoorden geheel, ook in de niet zelden bandvormige gedaante der spiervezelen, aan de lengtespieren der Nematoden en strekken zich onafgebroken door alle segmenten uit. Bij velen zijn ook zijdevelden duidelijk aanwezig. Maar aan de buitenzijde der lengtespieren bevindt zich bij de dieren dezer orde eene laag (*c*) van overdwars, d. i. kringsgewijs loopende spieren, die enkel uit dunne vezels bestaan. Aan de binnenzijde zijn, ter plaatse waar de segmenten elkander ont-

moeten, tusschenschotten (*d*) die ten deele uit spiervezels zamen-

Fig. 129.



Dwarse doorsnede van het ligchaam van *Halla parthenopeia*. Naar CLAPARÈDE.

a overlangsche rugspieren; *b* overlangsche buikspieren; *c* dwarse kringspieren; *d* tusschenschot-spieren en spieren der borstels; *e* spierscheede van het buikvat; *f* spierscheede van de buikzenuwstreng; *g* kringvezelen rondom de beneden-zijdelingsche kamers; *h* spierwand van den vaatzak; *i* plooi van het buikvlies, die de dwarse vaatlis steunt; *k* darmscheil; *l* buikvat; *m* rugvat; *n* dwarse vaatlis; *o* vaten in de gootvormige groeve, gevormd door de buikspier; *p* zenuwstreng; *r* wand van het darmkanaal; *s* holte van het darmkanaal; *t* ingewandenholte; *uu'* beneden-zijdelingsche kamers der ingewanden-holte; *v* voetborstels; *x* vaattakken in het spiertusschenschot; *ij* vaten aan de binnenvlakte der overlangsche rugspieren.

gesteld zijn, welke tusschen de lengtespieren doordringen en zich aan de zijdevelden inplanten, terwijl zich bovendien daarvan bundels afbuigen die zich aan het binneneinde der borstels hechten, ter welker beweging zij dienen. Wanneer, gelijk bij *Aphrodite*, de borstels eene aanmerkelijke grootte bereiken, erlangen deze bundels eene meerdere zelfstandigheid en worden tot bijzondere spiertjes, die, aan de binnenzijde der lengtespieren gelegen en op regelmatige afstanden over deze heengaande, eene zekere toenadering tot het spierstelsel van de larven der Insekten daarstellen.

Ook de Acanthocephalen en Gephyreën hebben eene buitenste

laag die uit dwarse en eene binnenste laag die uit overlangsche spiervezels is zamengesteld, doch laatstgenoemde zijn niet tot bijzondere rug- en buikspieren vereenigd. Op vele punten vormen de spiervezelen door anastomosen een netwerk.

In bepaalde gevallen differentieeren zich nu van deze huidzakspieren nog bijzondere spieren, welke ter beweging van zekere ligchaamsdeelen dienen, welke wij hier echter, als niet tot het algemeene plan behoorende, met stilzwijgen voorbijgaan.

30 De huidspierzak in haar geheel kan ligchaamsaanhangsels vormen. Deze zijn nog van zeer verschillenden aard.

Soms zijn zij eenvoudige vliezige lappen, die buiten de overige ligchaamsoppervlakte uitsteken, zoo als de beide paren zijdelingsche vinnen en de staartvin van *Sagitta*, alsmede de oorachtige lobben aan het kopeinde van sommige Dendrocoelen.

Veelvuldiger komen zuignappen voor, inzonderheid bij soorten die zich tijdelijk of blijvend op of in andere dieren ophouden en andere voor plaatsbeweging dienende aanhangsels missen. Zij zijn algemeen in de orde der *Hirudinida*, der *Trematoda* en der *Cestoda*, derhalve in de geheele groep der *Plerelmia*, met uitzondering van de orde der *Turbellaria*.

Bij de *Coelelmia* ontbreken zij in den regel; alleen bij eenige kleine Chaetophoren uit de familie der *Leucodorea* is een zuignapje aan het achtereinde des ligchaams voorhanden.

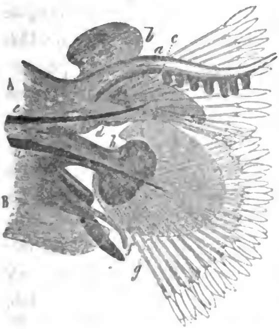
In algemeen maaksel stemmen de zuignappen in zoo verre overeen, dat zij grootendeels uit spierweefsel bestaan. Een gedeelte der vezelen daarin verloopt straalsgewijs en is de voortzetting van de overlangs loopende spieren en van die welke rug- en buikzijde verbinden. Een ander gedeelte bestaat uit kringsgewijs loopende spiervezelen.

Het getal, de plaats en de gedaante der zuignappen bieden verschillen aan. Een enkele groote schijfvormige zuignap, geplaatst aan de buikzijde van het achtereinde des ligchaams, is kenmerkend voor de Hirudiniden. Doorgaans is ook een kleinere

zuignap aan het vooreinde, in welks midden zich de mond opent. Soms (bij de *Ichthyobdellia*) is deze zuignap merkelijk grooter en door een halsachtige insnoering van het overige ligchaam gescheiden. Bij de Trematoden treden grootere verschillen op; de zuignappen kunnen hier, behalve aan het voor- of achtereinde des ligchaams, ook aan bet middengedeelte der buikvlakte geplaatst zijn (fig. 120 bl. 126). Voorts kan hun aantal zeer verschillen, van 1 tot 8, zelden meer. Soms zijn zij gesteeld, bij anderen op een gemeenschappelijken hechttoestel ingeplant, die bovendien nog van haakjes voorzien is. In eenige gevallen is de zuignap nog door hetzij straalsgewijs (*Tristomidae*) of overdwars (*Aspidogaster* e. a.) geplaatste balkjes in een zeker getal vakken of afdeelingen gescheiden. (Verg. I[ste] Afd. p. 669 en volg.).

De zuignappen der Cestoden bevinden zich steeds, ten getale van 2 of 4, aan het vooreinde van den zoogenaamden kop, de voedster of *scolex* (fig. 121 bl. 127). Die van eenigen zijn gesteeld, soms (bij *Echeneibothrium*) nog door dwarsbalkjes in vakjes gescheiden.

Fig. 130.



Een der achterste voetjes van *Heteronereis Oerstedii*, naar QUATREFAGES; vergroot.

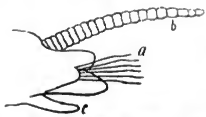
A rugvoetje; B buikvoetje; *a* rugcirrus; *b c* kieuwtaanhangsels van den rugcirrus; *d* borsteldragende tepel van het rugvoetje; *f* buikcirrus; *h* borsteldragende tepel van het buikvoetje; *g* bladerige uitbreiding daaraan; *e i* stekels.

In de afdeeling der *Chaetopoda* breiden zich de ligchaamssegmenten ter weerzijde uit tot voetjes of voetstompjes *parapodia*. Deze voetjes zijn inderdaad niet anders dan voortzettingen van den ligchaamswand, d i. van den huidspierzak, en tevens van de ligchaamsholte. In zoo verre stemmen zij wezenlijk overeen met de pooten der Geledе dieren; maar zij zijn nimmer in leden verdeeld, zoo als bij

dezen altijd het geval is. Bovendien is hun maaksel daarvan verschillend.

Typisch heeft elk segment twee paren parapodien, een aan de rug- en een aan de buikzijde (fig. 130). Soms echter wordt een der paren klein, rudimentair en bij eenigen (*Syllidea*, fig. 131, *Hesionea*) komt slechts een daarvan tot ontwikkeling. De gedaante dezer parapodien is nog tamelijk uiteenloopend. Gemeenlijk zijn daaraan nog twee deelen te onderscheiden, namelijk het eigenlijk gezegde voetstompje, dat de drager is der boven (bl. 127) vermelde borstels, en de rank (*cirrus*). De betrekkelijke grootte dezer deelen verschilt in de onderscheiden familien. Meestal is het voetstompje het grootst, althans het dikst, terwijl zich de rank als een draadvormig aanhangsel daaraan vertoont, dat doorgaans glad, zelden (bij de *Syllidea*, fig. 131) geringd is. Soms echter (bij de *Phyllodocea*, fig 132)

Fig. 131.



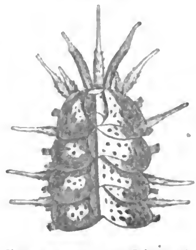
Voetje van *Syllis maculosa*. *a* borstels; *b* rugcirrus; *c* buikcirrus.

Fig. 132.



Voetje van *Phyllodoce Paretti*.

Fig. 133.



Voorste gedeelte van *Polinoë spinifera*, naar EHLERS. Van de rugzijde gezien.

zijn de ranken bladachtig verbreed en tot een soort van vinnen geworden, terwijl bij anderen (*Aphroditea*, fig. 133) dergelijke bladachtig verbreede rug-cirri als schub- of schildvormige plaatjes de rugzijde overdekken. Nog velerlei andere wijzigingen kunnen in de

gedaante der voetstompjes en van de daaruit ontspringende cirri plaats grijpen, waarvan wij hier alleen aanstippen, dat laatstgenoemden door vedersgewijze of boomsgewijze takverdeeling ook tot kieuwen kunnen worden, en dat die welke aan de voorste ligchaamssegmenten voorkomen en zich doorgaans door grootere lengte onderscheiden nog met bijzondere namen bestempeld worden; men noemt die aan het kopsegment voeldraden of sprieten, die aan het daarop volgend mondsegment voelers of tasters en die aan de eerstvolgende segmenten voelerranken.

Gelede dieren.

31. Even als in de drie vorige afdeelingen, is ook in die der Gelede dieren een huidspierzak aanwezig, zamengesteld uit de drie gewone lagen, de opperhuid, de bindweefsellaag of lederhuid en de spierlaag. Doch deze huidspierzak heeft zich in merkelijk hoogere mate in verschillende deelen gedifferentieerd, die als ligchaamssegmenten, zoniten of metameren, achter elkander gelegen en onderling bewegelijk verbonden zijn. Zulk eene verdeeling in segmenten bestaat wel is waar ook bij de Chaetophoren en is ook onder de Mollusken bij *Chiton* eenigermate aangeduid, maar zonder dat daaraan de spierlaag deelneemt, gelijk in de afdeeling der Gelede dieren algemeen het geval is. Hierdoor verkrijgt ook het huidskelet, gevormd door uitscheiding eener chitine-zelfstandigheid aan de uitwendige oppervlakte der opperhuid, eene hoogere beteekenis, daar het zamengesteld is uit afzonderlijke deelen, die elk voor zich de inhechtingsplaatsen voor bijzondere spieren leveren, waardoor die deelen naar elkander toe of van elkander af kunnen bewogen worden, op eene dergelijke wijze als de deelen van het inwendige skelet der Gewervelde dieren.

Overigens bestaan er tusschen de talrijke vormen, welke in de drie klassen dezer afdeeling, de *Insecta*, *Arachnoidea* en *Crustacea*, gerangschikt worden, ten dien aanzien nog zeer groote verschillen. Er zijn vormen, b v. de *Rhizocephala*, die

in den geslachtsrijpen toestand geen spoor meer van zulk eene zamenstelling uit segmenten vertoonen, ofschoon deze in de eerste jeugd waarneembaar was. Andere vormen daarentegen, b. v. de *Myriapoda*, hebben een ligchaam dat zamengesteld is uit eene reeks van zeer talrijke segmenten, waarvan het aantal zelfs in zekeren zin bij eenigen (*Julus*) onbepaald is te noemen, daar het gedurende den groei, door tusschenvoeging van nieuwe segmenten, gestadig toeneemt. Hier zijn alle segmenten, slechts met uitzondering der allervoorste, ongeveer aan elkander gelijk, d. i. homonoom. In verreweg de meeste gevallen echter is het getal der segmenten een bepaald getal, eigen niet enkel aan de soort maar aan al de soorten eener groote natuurlijke groep, en zijn bovendien de elkander van achteren naar voren opvolgende segmenten in meerdere of mindere mate van elkander verschillend of heteronoom. Zij vereenigen zich alsdan tot grootere ligchaamsafdeelingen, die men kop (*caput*), borst (*thorax*) en achterlijf (*abdomen*) noemt, van welk laatste soms nog de achterste afdeeling als na-achterlijf (*post-abdomen*) onderscheiden wordt. Die vereeniging kan nu nog verder gaan; kop en borst kunnen zamensmelten tot een kopborst (*cephalothorax*), en ook het achterlijf kan in de zamensmelting deelen, zoodat dan op den eersten blik het ligchaam ongeleed schijnt.

Ook dan nog echter openbaart zich de zamensmelting uit segmenten in de aanwezigheid van desgelijks uit leden bestaande ligchaamsaanhangsels, de ledematen, die deels als zintuigen, deels als mondwerktuigen, deels als voor de voortbeweging dienende pooten optreden. Het is inzonderheid door de onderlinge vergelijking dezer ligchaamsaanhangsels, dat de gelijkwaardigheid of homologie van zekere segmenten of van de door hunne vereeniging gevormde ligchaamsafdeelingen erkend wordt, gelijk beneden nader blijken zal. Reeds nu echter doen wij hier opmerken, dat de in de beschrijvende zoologie gebruikelijke, boven vermelde benamingen van verschillende ligchaamsafdeelingen geenszins altijd ook morphologisch geheel gelijkwaardige

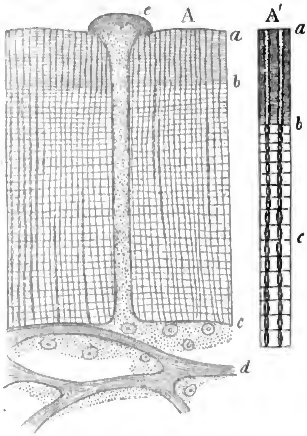
groepen van segmenten aanduiden. Zoo b v. is dat wat men gewoon is *cephalothorax* bij de Scorpioenen en Spinnen te noemen geenszins te beschouwen als ontstaan uit eene eenvoudige zamensmelting van den kop en de borst der Insekten, daar slechts enkele deelen van den insekten-kop daarin vertegenwoordigd zijn. Evenmin is het *cephalothorax* genoemde deel der Kreeften en Krabben daarmede volkomen vergelijkbaar, want in werkelijkheid bestaat het grootste gedeelte daarvan uit segmenten, die morphologisch aan het achterlijf der Insekten beantwoorden.

32. Het chitine-bekleedsel der Gelede dieren breidt zich niet enkel over de uitwendige ligchaamsoppervlakte uit, maar zet zich ook binnenwaarts voort in de daaraan zich openende monden van het darmkanaal, van de voorttelingsorganen en, bij de Insekten, in het tracheënstelsel. Bovendien heeft het in vele gevallen nog binnenwaarts in de ligchaamsholte puilende voortzettingen, die intusschen niet als een waar inwendig skelet te beschouwen zijn en met het uitwendige of huidskelet een zamenhangend geheel uitmaken.

De chitine kan in deze afdeeling velerlei graden van hardheid verkrijgen, van zeer week en buigzaam af, b. v. aan het achterlijf der Spinnen, tot zeer hard en geheel onbuigzaam toe, gelijk bij vele Kevers, Kreeften, Krabben enz., welker ligchaam zij met een waar pantser bekleedt, ofschoon ook daar de chitine tusschen de bewegelijk verbonden deelen steeds dun en vliezig blijft. In den regel hangt dit verschil in hardheid eenvoudig af van de dikte der chitinelaag, doch deze wordt in sommige gevallen versterkt door eene gelijktijdige afscheiding en opneming daarin van kalkzouten, bepaaldelijk koolzuren en phosphorzuren kalk, in afwisselende verhouding, maar waarvan de eerste steeds de grootste hoeveelheid uitmaakt. Zulk eene verkalking der chitine komt echter slechts bij uitzondering (bij de larve van *Stratiomys*, bij *Julus*) in andere klassen dan die der Crustaceeën voor. Hier daarentegen is zij zeer algemeen, vooral bij de Decapoden en de Cirripedien, waar het huidskelet niet

zelden voor meer dan de helft van zijn gewigt uit kalkzouten bestaat. De chitine zelve is, volgens de onderzoekingen van PELIGOT aan die der zijdewormen, eene vereeniging van een eiwitligchaam met cellulose. Zelden echter is de chitine volkomen kleurloos en glasachtig doorschijnend; meestal zijn daarin verschillende kleurstoffen bevat, die er hetzij gelijkmatig in verdeeld of op onderscheidene wijzen plaatselijk in zijn opeengehoopt. Aan zijne oppervlakte ontwaart men onder het vergrootglas dikwijls groefjes en streepjes, die niet zelden celachtige teekeningen vormen, doch geene zamenstelling uit ware cellen aanduiden. De chitine is hier, even als elders, een afscheidingsproduct aan de oppervlakte van een opperhuids-epithelium, derhalve eene extra-cellulaire zelfstandigheid. Toch is zij niet geheel amorph; doorgaans herkent men daaraan op eene loodregte doorsnede (fig. 134) de zamenstelling

Fig. 134.

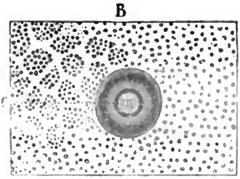


A Loodregte doorsnede door den chitinewand van een spriet van *Homarus vulgaris*.

a b pigmenthoudende laag; *b c* kleurlooze laag; *d* peesvliezen en matrix *e* kanaal dat blind eindigt met eene kolfvormige aanzwelling. Bij 800 malige vergrooting.

A' een gedeelte bij 700 malige vergrooting.

Fig. 135.



B Tangentiale doorsnede van denzelfden chitinewand, onmiddellijk onder de oppervlakte, met de doorgesneden porienkanalen en het grootere kanaal.

uit een zeker getal lagen, en dikwijls vertoont zich elke dezer lagen zamengesteld uit vezelen, zoo gerigt dat zij elkander in de opeenvolgende lagen kruisen. Meestal wordt zij, inzonderheid daar waar zij dikker dan elders is, op regelmatige afstanden doorboord door zeer fijne, soms vertakte, porienkanaaltjes, waarvan de openingen aan de oppervlakte zigtbaar zijn (fig. 134 en 135).

Het opperhuids-epithelium, dat de chitine vormende matrix is, wordt ook wel (op het voorbeeld van WEISMANN) met den bijzonderen naam van *hypodermis* onderscheiden, doch ten onregte, daar het geheel en al het morphologisch aequivalent van de elders *epidermis* genoemde laag is. Dikwijls echter bestaat het alleen uit protoplasma, met daarin verstrooide kernen, zonder duidelijk gedifferentieerde cellen, en, waar dit zich in cellen gescheiden heeft, zijn deze wandloos. Dit protoplasma zet zich aanvankelijk ook voort in de reeds genoemde porienkanaaltjes en in de holten van alle aanhangsels van het chitinebekleedsel, haarborstels, schubben enzv., die in menigvuldigen rijkdom van vormen daaraan ontstaan. Elk dier deelen, hoe klein ook, heeft, om zoo te spreken, zijn eigene matrix, welke een gedeelte is van de algemeene matrix, namelijk het protoplasma waaruit het opperhuids-epithelium bestaat, hetzij nu dat deze matrix een enkele wandlooze cel is, die zich gedifferentieerd heeft, of eene eenvoudige uitpuiling, een soort van uiterst kleine papil, die nog zamenhangt met de algemeene protoplasma-laag. Is de vorming voltooid, dan verdroogt, of verdwijnt althans, het protoplasma zoowel in de fijne porienkanaaltjes als in de wijdere die toegang geven tot de genoemde aanhangsels, en evenzoo in de holten van dezen; het protoplasma wordt dan door lucht vervangen. Niet onopgemerkt mogen wij het laten, dat eenige der verschijnselen, welke hier op meestal zeer kleine schaal plaats grijpen, in menigerlei opzigt de vorming der opperhuidsaanhangsels van Zoogdieren en Vogels d. i. van de haren en vederen herinneren. (Zie Dl. II. 2[de] Afd. bl. 47 en volg.). Echter bestaat er tusschen beide vormingen

een belangrijk verschil. Haren en vederen zijn altijd zamengesteld uit een tot cellen gedifferentieerd weefsel, terwijl het daarentegen bij de Gelede dieren nooit tot zulk eene cellen-differentieering komt.

Uit het gezegde volgt, dat de buitenste lagen van het chitine-bekleedsel de oudste, de binnenste de jongste zijn. Tevens is het duidelijk dat het eenmaal gevormde chitine hulsel, wanneer dit, gelijk gewoonlijk, eene zekere vastheid en hardheid heeft en dus niet rekbaar is, na eenigen tijd, gedurende welken het dier voortgaat met groeijen, te klein is geworden voor het daarbinnen bevatte ligchaam. Het barst dan open en wordt gewoonlijk in zijn geheel afgeworpen. Voordat dit geschiedt heeft zich dan echter reeds een nieuw bekleedsel gevormd, dat, aanvankelijk zeer week, spoedig verhardt. Dit afwerpen van het chitine-hulsel, gewoonlijk de vervelling genoemd, heeft bij alle Gelede dieren herhaaldelijk plaats, zoolang zij voortgaan met groeijen.

33. De huid der Gelede dieren is ook dikwijls de zitplaats van klieren, waarvan de uitlozingskanaaltjes het chitine-hulsel doorboren, meestal op die plaatsen waar het dunner dan elders is: zoo bij de Insekten in het vlies dat de segmenten verbindt. Soms, namelijk bij vele larven van Vlinders, monden deze kliertjes niet regtstreeks buitenwaarts, maar in de holten van haren, zoodat zij hun inhoud eerst uitstorten, wanneer deze doorgebroken zijn. Deze huidkliertjes kunnen zijn enkelvoudig, fleschvormig, of meer zamengesteld. Overigens komt er ten aanzien der door de huidklieren afgescheiden stof veel verschil voor. Dikwijls is deze scherp en maakt zij de huid van menschen rood, gelijk bekend is van de Processierupsen, van *Cantharis vesicatoria* en andere Meloiden; in sommige zulke gevallen bevat zij mierenzuur; in andere, namelijk in de aarsklieren der zoogenaamde Bombardeerkevers (*Brachinus*), boterzuur, of andere kwalijk riekende stoffen, b v. die in de zich aan de ligchaamssegmenten openende klieren der Myriapoden, der Wantsen e. a. Ook de giftklieren in de bovenkaken der Spinnen, in de haken aan

het einde der hulpkaken van de *Scolopendridae*, en in den achterlijfsstekel der Scorpioenen moeten tot de huidklieren gerekend worden. Met waarschijnlijkheid kan hetzelfde gezegd worden van de giftklieren aan den angel der Bijen, Wespen en sommige Mieren, welke eene wijziging zijn der aarsklieren, die bij vele andere Insekten voorkomen. Evenzoo zijn de was-afscheidende organen, die bij de Bijen en Hommels onder aan het achterlijf geplaatst zijn, huidkliertjes die zamengesteld zijn uit talrijke buisjes, welke door tracheën omsponnen worden en aan de buikzijde met eene menigte van digt opeengehoopte porienkanaaltjes buitenwaarts monden. Ook bij sommige Fulgoriden, Aphiden en Cocciden bestaan dergelijke was afscheidende huidkliertjes. Zeer waarschijnlijk is het ook dat de spinklieren van Spinnen en van vele Insekten, ofschoon deze organen zich ver in de ligchaamsholte uitstrekken, door binnenwaartsche instulping van de huid ontstaan en dus eigenlijk huidklieren zijn.

In de klasse der Crustaceën zijn huidklieren minder bekend; bij eenige der lagere vormen (bij *Argulus* e. a.) zijn er echter waargenomen. Waarschijnlijk is het ook dat de stof, die bij de vrouwelijke Kreeften, tijdens het naar buiten treden der eijeren, wordt afgescheiden en, aanvankelijk week, spoedig stolt en dan hulsels rondom de zich aan de zwempooten bevestigende eijeren vormt, in eigene huidkliertjes aan het na-achterlijf haren oorsprong neemt.

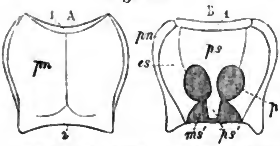
34. Het huidskelet der Gelede dieren bestaat uit twee hoofddeelen: 1° dat van het eigenlijke ligchaam, het asgedeelte, en 2° dat der ledematen of appendiculaire organen.

In het wezen der zaak is het asgedeelte zamengesteld uit ringen. Deze ringen ontstaan doordat op bepaalde afstanden zich het chitine-bekleedsel sterker verdikt en daardoor onbuigzamer wordt, terwijl aan de tusschenliggende gedeelten, die het bewegelijk verband tusschen de ringen daarstellen, de chitine dun en buigzaam blijft. In dien eenvoudigsten toestand treft men echter het chitineskelet zelden aan, en dan nog slechts bij

niet tot geheele ontwikkeling gekomen vormen, b. v. bij vele pootlooze larven van *Diptera* en *Hymenoptera*, of op bepaalde plaatsen des ligchaams, b. v. aan het na-achterlijf der Scorpioenen, alsmede aan den uit eenige in elkander gekokerde achterlijfsringen bestaanden eijerlegger van de *Chrysididae* en van vele *Diptera*. Verdere veranderingen, waardoor het ligchaamsskelet zamengestelder wordt, grijpen op tweederlei wijze plaats, namelijk vooreerst daardoor dat elke ring zich nog in twee of meer deelen splitst, en ten tweede doordat, juist in tegenstelling hiermede, er eene geheele of gedeeltelijke vergroeijing tusschen afzonderlijke ringen plaats grijpt. In zeer vele gevallen bepaalt zich de splitsing van een ring tot het ontstaan van twee deelen, een rug- en een buikplaat (*lamina dorsalis et ventralis*), waarvan de eerste in den regel de dikste en stevigste is. De betrekkelijke grootte dezer rug- en buikplaten kan echter verschillen. Soms, b. v. aan de borst van vele Insekten, zijn de buikplaten het grootst, in andere gevallen, b. v. in hooge mate bij de *Myriapoda chilognatha*, overtreffen de rugplaten de buikplaten in uitgebreidheid. Deze splitsing kan nu nog verder gaan. Aan het achterlijf der larven van sommige Kevers bestaat elk der buikgedeelten van den ring nog uit gescheiden plaatjes, en desgelijks komen aan de buikgedeelten van elk der borstringen van vele Insekten (fig. 136 en 137) ter weerzijde twee stukjes voor, die men als *episternum* en *epimerum* onderscheidt. Ook de ruggedeelten der twee achterste borstringen van vele Insekten blijven in twee achter elkander gelegen deelen gescheiden, waarvan men het grootste *scutum*, het kleinste *scutellum* noemt. Soms bevinden zich ook ter zijde van de inplanting der vleugels nog afzonderlijke stukjes (*paraptera*). Al deze bijzondere deelen van het skelet zijn dan, even als de ringen zelve, door chitine-vliezen van meerdere of mindere uitgestrektheid verbonden, niet zelden echter alleen door groeven of naden gescheiden.

Tegenover deze scheiding der chitineringen in afzonderlijke stukken, staat nu hunne onderlinge vergroeijing tot grootere

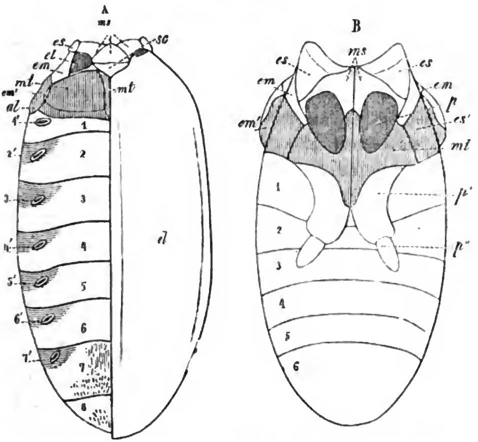
Fig. 136.



Prothorax van *Procrustes coriaceus.* Naar SCHIÖDTE. A van boven, B van onderen gezien.
pn pronotum; bij 1 voegt zich daaraan het achterhoofd, bij 2 de *mesothorax*; *ps prosternum* met zijn stekelvormig verlengsel *ps'*; *es episterna* van den *prothorax*; *p* gewrichtskommetjes van de voorpooten; *ms'* verbindingsplaats met het *mesosternum.*

afdeelingen van het skelet. Intusschen moet men dit niet zoo opvatten, alsof in alle gevallen, waar eene duidelijke zamensmelting van ligchaamssegmenten bestaat, — iets dat blijkt uit de daaraan ingeplante ledematen en uit de vergelijking met andere verwante vormen, — nu ook steeds een toestand is

Fig. 137.



De beide achterste borstsegmenten en het achterlijf van *Procrustes coriaceus.* Naar SCHIÖDTE.
A van boven gezien; regts liggen de vleugels nog op hunne plaats.
ms mesonotum; *sc scutellum*; *es* bovenste gedeelte der onderste of voorste episternaalstukken van den *mesothorax*, *episterna*; *em* bovenste gedeelte van de bovenste of achterste episternaalstukken, *epimera*; *el* gewrichtsgroefjes van de voorvleugels; *mt metanotum*; *em' epimera* van den *metathorax (parapleurae)*; *al* afgesneden rand der achtervleugels; *el* dekschild; 1—8 rugplaten der achterlijfssegmenten; 1'—7' *stigmata.*
B van de onderzijde gezien.
ms mesosternum; *es episterna* van den *mesothorax*; *em epimera* van denzelfden, *p* gewrichtsgroeve voor de middelpooten; *mt metasternum*; *es' episterna* van den *metathorax (pleurae)*; *em' epimera* van den *metathorax*; *p' coxae* en *p'' trochanteres* der achterpooten 1—6 buikplaten der achterlijfssegmenten.

vooraf gegaan, waarin de op lateren leeftijd vereenigde segmenten gescheiden waren. Dit laatste is wel is waar zeer dikwijls het geval, gelijk b. v. eene vergelijking leert van zeer vele larven met de Insekten zelve na hunne volkomene gedaantewisseling, voorts ook die der embryones van Spinnen, van Scorpioenen enzv. met de tot geheele ontwikkeling gekomen dieren. Maar toch ontbreekt het, zoowel onder de Arachnoiden als onder de Crustaceën niet aan voorbeelden, waaruit blijkt, dat de vereeniging van elders gescheiden deelen eenvoudig het gevolg is van het niet tot stand komen van zulk eene scheiding, ongeveer even als bij Gewervelde dieren deelen der wervelkolom dan eens werkelijk tot één stuk vergroeijen, terwijl deze daarentegen in andere gevallen nimmer als zoodanig gedifferentieerd worden maar van den beginne af een enkel zamenhangend stuk uitmaken. De bijzondere stukken hebben dan geen reëel bestaan, hoewel zij moeten geacht worden virtueel aanwezig te zijn. Gaat men b. v. uit van het standpunt, dat aan elk paar ledematen een segment beantwoordt, dan wordt de kop van een Insekt gevormd door vijf ringen, maar die nimmer tot zelfstandigheid geraken en dus alleen een virtueel bestaan hebben Ook moet men hierbij in het oog houden, dat elke opvolgende verandering in het getal der skeletdeelen bij de Gelede dieren gepaard gaat met eene vervelling, d. i. met een afwerpen van het vroegere huidskelet, waaronder zich dan reeds een geheel nieuw gevormd heeft, zoodat eene ware vergroeijing, in den strengen zin des woords, eigenlijk nimmer plaats grijpt.

Als een tamelijk algemeen doorgaande regel geldt: dat de zamensmelting van elders of op jeugdigen leeftijd gescheiden ringen het eerst geschiedt aan die segmenten welke het voorste gedeelte des ligchaams uitmaken, derhalve datgene waaraan de voornaamste zintuigen geplaatst zijn en waarbinnen zich de hoofdmassa der spieren voor de tot plaatsbeweging dienende ledematen bevindt. Aan het achterligchaam, waarbinnen het grootste deel der voedingsorganen en de voortplantingsorganen

bevat zijn, heeft eene zoodanige versmelting niet plaats, tenzij dat, gelijk bij de Spinnen en vele Acarinen, het chitinebekleedsel in zijn geheel zeer dun en rekbaar blijft, zoodat het ligchaam zich gemakkelijk uitzetten kan. Eene andere uitzondering wordt aangeboden door de *Myriapoda chilognatha*. Hier hebben de vijf of zes op den kop volgende segmenten elk een enkel paar pooten, terwijl aan elk der talrijke volgende segmenten een dubbel paar pooten is ingeplant en dus elk dezer segmenten eigenlijk als eene zamensmelting van twee segmenten moet worden beschouwd.

Een tweede regel is: dat die zàmensmelting der ringen gewoonlijk het eerst plaats heeft aan hunne ruggedeelten. Dikwijls, vooral bij Crustaceën, vormen de voorste ringen een zoogenaamde kopborst, waarvan het ruggedeelte een enkel schild uitmaakt, terwijl de buikgedeelten der ringen nog duidelijk min of meer gescheiden zijn. Toch bieden verscheidene Kevers, die aan hun achterlijf een geringer getal buik- dan rugplaten hebben, uitzonderingen op dien regel aan, iets dat vermoedelijk zamenhangt met de omstandigheid dat in deze orde het achterlijf door de harde voorvleugels of dekschilden overdekt wordt.

Het ligchaamsskelet kan zich op verschillende plaatsen buitenwaarts uitbreiden. Dergelijke uitbreidingen treft men onder de Insekten aan bij *Phyllium*, waar zij zich als bladachtige deelen vertoonen, bij de *Membracina* aan de rugzijde van den *prothorax*, bij de *Fulgorina* aan den kop enz. In deze en andere gevallen hebben deze uitbreidingen echter niet de beteekenis van tot beschutting van bijzondere deelen te dienen. In de klasse der Crustaceën daarentegen breiden zich dikwijls deelen van het huidskelet over de ademhalingsorganen en bij sommigen nog verder uit, zoodat zij een grooter of kleiner gedeelte van het overige ligchaam overwelven Dit is reeds het geval met het rugschild aan den cephalothorax der Decapoden, dat de ter weerzijde daaronder in eigene holten gelegen kieuwen overdekt. Eene betrekkelijk nog grootere uitbreiding heeft het rugschild

van *Apus*. Bij *Limulus* wordt het geheele ligchaam overdekt door twee achter elkander gelegen schilden, die door een overdwars gewricht verbonden zijn. Vele *Phyllopoda* en alle *Cladocera* en *Ostracoda* hebben eene ware tweekleppige schaal, waarvan de beide helften elkander in het midden van den rug ontmoeten, en binnen welke het geheele dier, alleen met uitzondering van eenige daarbuiten uit stekende deelen der ledematen, verborgen wordt. Zulk eene tweekleppige schaal is niet anders dan eene wijziging van het zoo even genoemde rugschild van andere Crustaceeën, hoewel de beide bewegelijke, de ligchaamszijden bedekkende kleppen die der Lamellibranchien herinneren en even als bij dezen door eene verdubbeling van de huid aan de rugzijde, d. i. door een soort van mantel, gevormd zijn. Zulke vormen leiden dan tot de *Cirripedia*, waar deze mantelvorming en de afscheiding daaraan van bijzondere schaalstukken nog verder gaat, ofschoon er ook soorten zijn, *Alepas*, *Alcippe* e. a., waar die afscheiding geen plaats heeft, maar de mantel eene weeke oppervlakte behoudt. De huidverdubbeling, waardoor de mantel ontstaat, gaat hier echter niet uit van den rug maar van het kopeinde des aanvankelijk vrij levenden diers, dat zich met dit kopeinde vasthecht, hetwelk hetzij tot een steel uitgroeit (*Lepadidae*) of tot een breede hechtschijf wordt (*Balanidae*). De zich aan de manteloppervlakte vormende schaal, die overigens in hare gedaante en zamenstelling nog verscheidene verschillen aanbiedt (verg. I^ste^ Afd. p. 475), bestaat altijd uit van elkander gescheiden verkalkte plaatjes, die niet, zooals de skeletstukken van andere Crustaceeën, door een enkel chitine-vlies, maar door daartusschen gelegen deelen van den mantel zelven verbonden worden. Dit heeft ten gevolge dat de afzonderlijke stukken elk voor zich groeijen kunnen, ongeveer op de wijze waarop ook de plaatjes welke de schaal van een *Echinus* zamenstellen, als ook de stukken van de schelp van *Chiton*, in omvang toenemen door aanvoeging langs de randen. De schaal wordt derhalve zelve grooter, naarmate het dier groeit, en er heeft

dan ook na de vastzetting geene vervelling meer plaats, in weerwil dat het dier zich daarna nog aanmerkelijk vergroot. Dit is een niet onbelangrijk punt van verschil met alle andere Gelede dieren.

Tegenover de uitwendige uitbreiding van het huidskelet in verscheidene gevallen staat zijne inwendige uitbreiding in andere. Hierdoor ontstaat wel is waar, wat de plaats aanbelangt, een soort van **inwendig skelet**, maar dat toch met het uitwendige in regtstreekschen zamenhang is. Ook is het evenals dit eene opperhuidsvorming, d. i. het wordt gevormd door eene binnenwaartsche voortzetting derzelfde matrix, die ook de oppervlakkig gelegen skeletdeelen afscheidt Zulke inwendige skeletdeelen worden aangetroffen in den kop der Insekten, maar komen vooral tot ontwikkeling in de borstholte van velen dezer klasse, als ook in de holte van den cephalothorax der Scorpioenen, van sommige Spinnen en onder de Crustaceeën bij de Decapoden.

Men heeft de in de borst of in de kopborst bevatte skeletstukken met den naam van *endothorax* bestempeld. De hoofdbestemming dezer inwendige skeletstukken, waarvan de gedaante nog tamelijk uiteen loopt, is aan de spieren eene vergroote oppervlakte tot inplanting aan te bieden Daarbij voegt zich echter in sommige gevallen nog eene andere, van namelijk tot steun en zelfs tot beschutting der centraaldeelen van het zenuwstelsel te dienen. Het laatste heeft inzonderheid bij de Kreeften plaats, waar de zenuwstreng gesteund wordt door vorkvormige stukken, die van de buikzijde der segmenten uitgaan en ten deele zelfs ringvormig gesloten zijn. In zoo verre komen zij dus eenigermate overeen met de neuraalbogen aan het skelet der Gewervelde dieren, hoewel zij in een morphologisch opzigt geheel daarvan verschillende deelen zijn.

35. De tweede hoofdafdeeling van het skelet bestaat uit dat der appendiculaire organen, der **ledematen**, in den ruimsten zin des woords. Indien men de Rotatorien, wier plaatsing in deze afdeeling steeds eenigzins onzeker blijft, en welligt ook de

voorwereldlijke Trilobiten uitzondert, dan hebben alle Gelede dieren, althans gedurende eene zekere periode van haar leven, ter weerzijde van de ligchaamsas geplaatste ledematen, die met de segmenten van deze bewegelijk verbonden zijn.

Deze ledematen zijn óf rugledematen óf buikledematen, al naar gelang zij hetzij met de ruggedeelten of met de buikgedeelten der segmenten in verband staan. De eersten kunnen vergeleken worden met de rugvoetjes, de tweede met de buikvoetjes der Chaetophoren (verg. bl. 133).

De het algemeenst, met name in de klasse der Insekten, verbreide rugledematen zijn de vleugels. Gewoonlijk zijn daarvan twee paren aanwezig, waarvan het voorste behoort aan den tweeden borstring (*mesothorax*), het achterste aan den derden borstring (*metathorax*). Elk dezer paren kan rudimentair worden, zoodat er slechts sporen van overblijven. Bij de *Diptera* geldt dit van de achtervleugels, die in gesteelde knopjes of kolfjes (*halteres*) veranderd zijn, bij de mannetjes der *Strepsiptera* van de voorvleugels, welke zich nog slechts als korte, smalle uitsteeksels vertoonen. Overigens komen er in alle orden van Insekten soorten voor, van welke hetzij alleen eene of beide seksen ongevleugeld blijven.

De gedaante, de betrekkelijke grootte en de geaardheid der vleugels, wat hunne meerdere of mindere dikte en daarvan afhangende stevigheid en vastheid betreft, bieden nog vele verschillen aan, waaromtrent wij naar de I[ste] Afdeeling verwijzen. In de hoofdpunten van het maaksel stemmen echter alle overeen. Zij bestaan uit twee, aan de randen zamenvloeijende chitineplaten, tusschen welke zich een net van tracheën uitbreidt. Boven de hoofdstammen der tracheën heeft de chitine eene grootere dikte, en zoo worden deze tracheën tot stijve aderen, die de dunnere vliezige gedeelten der vleugels steunen en uitgespannen houden. Dit adernet kan geheel onbewegelijk zijn; zoo bij de *Lepidoptera*, de *Neuroptera*, de *Diptera*, de meeste *Hymenoptera*, de voorvleugels of dekschilden (*elytra*) der *Coleoptera*, der *Orthoptera* enzv.

Waar dit het geval is, behouden de vleugels ook in den toestand van rust dezelfde gedaante, die zij tijdens de vlugt hebben. In andere gevallen kunnen de vleugels zich plooijen en hierdoor eene geringere ruimte innemen, zoolang het insekt in rust verkeert. Deze plooijing geschiedt op tweederlei wijze, hetzij overlangs of overdwars. Eene overlangsche, waaijervormige plooijing kan alleen daar plaats grijpen, waar de hoofd-vleugeladeren, die elkander aan den wortel des vleugels ontmoeten, niet zamensmelten; zij komt voor aan de achtervleugels der meeste *Orthoptera*, alsmede aan die der *Strepsiptera*; bij de *Vespidae* worden de voorvleugels overlangs toegevouwen in dier voege dat de binnenste helft onder de buitenste komt te liggen. De *Coleoptera* en de soorten van de kleine groep der *Forficulariae* vouwen daarentegen hare achtervleugels overdwars toe, hetgeen hier mogelijk gemaakt is door eene afbreking van het bruine, harde chitine-bekleedsel der aderen, op ongeveer de helft van de lengte des vleugels, waardoor derhalve deze in twee bewegelijk met elkander verbonden leden verdeeld is.

Met de vleugels der Insekten eenigermate vergelijkbare ligchaamsaanhangsels worden in dezelfde klasse aangetroffen bij sommige in het water levende larven, zoo als bij die van *Ephemera* en *Phryganea*, waar een aantal smalle bladvormige plaatjes ter weerzijde uit de ruggedeelten der achterlijfsringen ontspringen. Zij bestaan even als de vleugels uit een dubbel chitine-vliesje met zich daartusschen verbreidende tracheën en doen den dienst van ademhalingsorganen.

Ook bij sommige lagere Crustaceën komen deelen voor, die als rugledematen kunnen geduid worden. Een aantal soorten uit de familie der *Caligidae* (behoorende tot de geslachten *Laemargus*, *Cecrops*, *Phyllophora* e. a.) heeft aan de rugzijde der achterlijfsringen bladvormige dekplaatjes, ten getale van een tot drie paren. Eene welligt nog grootere toenadering tot de vleugels der Insekten bieden echter de reeds boven vermelde tweekleppige schalen der Ostracoden en van verscheidene Phyllopoden

aan. In het wezen der zaak toch moeten ook de vleugels der Insekten als eene mantelvorming beschouwd worden, d. i. als eene eenvoudige huiduitbreiding, uitgaande van de rugzijde des diers. Deze beschouwing heeft meer waarschijnlijkheid voor zich dan eene andere, waarop wij later terugkomen, volgens welke de vleugels gewijzigde stigmata zouden zijn.

Doch behalve de reeds genoemde komen aan de rugzijde der voorste segmenten, d. i. aan den kop, nog andere appendiculaire organen voor, die, als werkelijk uit leden zamengesteld, meer bepaaldelijk den naam van ledematen verdienen en zich in hun maaksel veel meer aan de buikledematen aansluiten, daar zij, even als deze, uit een zeker aantal van holle ringen bestaan, die op bewegelijke wijze, dikwijls door ware gewrichten, met elkander verbonden zijn. Het zijn de steelen der zamengestelde oogen en de sprieten (*antennae*). Beiden ontvangen hunne zenuwen uit den bovenslokdarmzenuwknoop.

Gesteelde zamengestelde oogen komen algemeen bij de Decapoden en Stomatopoden en voorts ook bij eenige Phyllopoden voor. Dat zij inderdaad in de categorie der ledematen moeten worden gerangschikt, blijkt niet alleen uit de zamenstelling dezer steelen uit bewegelijk onderling en met het kopschild verbonden leedjes, maar wordt nog bevestigd doordat van tijd tot tijd bij Kreeften een der gesteelde oogen in een sprietachtig deel gemetamorphoseerd is aangetroffen 1), iets dat vermoedelijk het gevolg is van het door een of ander toeval afbreken van zulk een oogsteel, gevolgd door latere uitgroeijing, waarbij zich echter het oog niet herstelt.

Onder de Arachnoiden worden dergelijke oogsteelen, tegelijk met de zamengestelde oogen zelve, geheel gemist, en ook onder de Insekten zijn er slechts zeer weinigen (het tot de orde der *Diptera* behoorende geslacht *Diopsis*), welker oogen op steelen geplaatst zijn, en zulke steelen zijn dan nog ongeleed.

1) Een geval van dien aard werd waargenomen door ALPH. MILNE EDWARDS bij *Palinurus penicillatus*. Zie *Compt. rendus* van 24 October 1865.

Onder den naam van **spriet** verstaat men wel is waar gewoonlijk een hoofdzakelijk tot voelen en tasten bestemd orgaan, en die bestemming komt daaraan in de klasse der Insekten dan ook algemeen toe. De vergelijkende morphologie leert echter, dat dit begrip moet worden uitgebreid, omdat deelen, die door hunne plaatsing en door de zenuwen welke zij ontvangen, geheel met de sprieten der Insekten overeenstemmen, een daarvan zeer verschillend maaksel en ook eene verschillende verrigting kunnen hebben. Men noemt dan spriet alle appendiculaire organen, die, althans in den volvormden toestand des diers, vóór den mond, en, waar oogsteelen aanwezig zijn, tusschen deze en den mond geplaatst zijn, en die hunne zenuwen uit den bovenslokdarmknoop ontvangen. Overigens kunnen in de gedaante dezer deelen allerlei wijzigingen ontstaan, die kenmerkend zijn voor bepaalde groepen van Gelede dieren, en waardoor zij van tastorganen tot voortbewegingsorganen, tot roeipooten, zooals bij de Lophoryпоden, of tot grijporganen zijn geworden, gelijk het geval is bij de Scorpioenen en Spinnen, waar de zoogenaamde bovenkaken als sprieten moeten worden beschouwd, even als ook het voorste van scharen voorziene kaakpootenpaar dat zich aan het vooreinde van den mond van *Limulus* bevindt. De buitenste sprieten van *Scyllarus*, *Ibacus* en verwante vormen uit de familie der *Loricatae* zijn tot breede platen geworden. Maar de grootste verandering ondergaan deze deelen bij de Cirripedien, waar de steel of de hechtschijf, waarmede het dier vastgehecht is, uit de aan het kopeinde geplaatste sprieten der vrij levende *Cypris*-vormige larve is ontstaan.

Bij de hoogere Crustaceën komen twee paren sprieten voor, bij de Insekten slechts één paar, terwijl ook bij de Arachnoiden, behalve de reeds genoemde bovenkaken of kaaksprieten, geene andere als sprieten te duiden ledematen aanwezig zijn. Het onderzoek van ZADDACH heeft echter geleerd, dat de sprieten van de larve van een Insekt en die van dat na zijne metamorphose eene verschillende plaats innemen en dat de eerste

beantwoorden aan het voorste en de tweede aan het achterste paar sprieten der Decapoden, waarmede, volgens Claparède, ook de bovenkaken der Spinnen overeenstemmen.

Alle overige ledematen zijn buikledematen, die, al naar gelang van hunne verrigting en plaatsing, nog verschillende namen dragen, maar geacht moeten worden eene enkele reeks uit te maken, waarvan de op elkander volgende termen zich nog wel tot verschillende groepen vereenigen, als: van monddeelen, looppooten, zwempooten of valsche pooten enz, maar zoo dat het getal dier deelen in elke groep wisselbaar is, hetzij doordat een of meerdere door verandering van gedaante zich aan eene voorafgaande of volgende groep hebben aangesloten, of dat ledematen, die bij eenigen aanwezig zijn, bij anderen niet tot ontwikkeling komen. Zoo kunnen ledematen, die, blijkens de plaats welke zij innemen, als onderling volkomen homoloog moeten beschouwd worden, dan eens als monddeelen, dan weder als grijppooten of looppooten optreden.

De nevenstaande tabel geeft een overzigt dezer homologien in eenige groepen van Gelede dieren.

De wijzigingen, die in de gedaante der buikledematen plaats grijpen, zijn zeer aanmerkelijk. In den regel is elk uit een zeker getal leden zamengesteld; toch komen daarop uitzonderingen voor, zooals de bovenkaken der Insekten, die steeds slechts uit een enkel lid bestaan. Eene onderlinge vergelijking der verschillende leden, welke een lidmaat zamenstellen, is eigenlijk alleen bij soorten die tot dezelfde groep behooren uitvoerbaar, daar in hun aantal te groote verschillen voorkomen. Gewoonlijk gaat men daarbij uit van de drie borstpooten der Insekten, waaraan men de volgende deelen onderscheidt. 1)

1) Wij plaatsen nevens de oude, zeer ongeschikte, aan de menschelijke anatomie ontleende benamingen, die welke door Milne Edwards zijn voorgesteld.

	DECAPODA MACRURA.	CHILOPODA.	INSECTA HEXAPODA	Larven der LEPIDOPTERA.	
I	Gesteelde oogen.	Zam gestelde oogen.	Zamengestelde oogen.	0	Kop.
II	1ste paar sprieten.	1ste 0	0	Sprieten.	
III	2de „ „	2de en.	Sprieten.	0	
IV	Bovenkaken.	Bov kaken.	Bovenkaken.	Bovenkaken.	
V	1ste paar onderkaken.	1ste } klep { onderkaken	Onderkaken.	Onderkaken.	
VI	2de „ „	2de } klep { en onderlip	Onderlip.	Onderlip.	
VII	1ste paar kaakpooten.	Ond aar hulpkaken.	1ste paar pooten.	1ste paar pooten.	Borst.
VIII	2de „ „	1ste } „ „	2de „ „	2de „ „	
IX	3de „ „	2de aar pooten.	3de „ „	3de „ „	
X	1ste paar pooten.	3de aar pooten.	0	0	Achterlijf en Na-achterlijf.
XI	2de „ „	4de „ „	0	0	
XII	3de „ „	5de „ „	0	1ste paar valsche pt.	
XIII	4de „ „	6de „ „	0	2de „ „ „	
XIV	5de „ „	7de „ „	0	3de „ „ „	
XV	1ste paar valsche pt. ¹)	1ste p„ „	0	4de „ „ „	
XVI	2de „ „ „	2de „ „	0	0	
XVII	3de „ „ „	3de „ „	0	0	
XVIII	4de „ „ „	4de „ „	0	5de paar valsche pt.	
XIX	5de „ „ „	5de „ „	—	—	
XX	6de „ „ „	6de „ „	—	—	
XXI	Staartplaten.	„ „	—		
		enz.			

1) Bij de mannetjes in paringsorgan

2 Of deze deelen als de homolog

3) Deze acht achterlijfs- en na-achte

Tegenover bl. 152.

	Heup	*Coxa*	Coxopopite	
	Dijring	*Trochanter*	Basipodite	
	Dij	*Femur*	Meropodite	
	Scheen	*Tibia*	Propopite	
	1ste of navoetslid	*Metatarsus*	Dactylopodite	I
Voet	2de voetslid	*Tarsus* II	„	II
	3de „	III	„	III
	4de „	IV	„	IV
	5de „	V	„	V

Dit typische getal van 9 leden kan echter verminderen. Dikwijls is geen afzonderlijke dijring aanwezig, en het getal der leedjes in den tarsus kan tot 4, 3 en zelfs 2 dalen.

Vergelijkt men nu hiermede de tot loopen bestemde pooten der Decapode Crustaceën, der Scorpioenen en der Spinnen, dan valt het doorgaans niet moeijelijk daaraan de 4 eerste leden te herkennen. Dikwijls schuift zich echter tusschen de dij en de scheen nog een lid in (*carpopodite* volgens de terminologie van Milne Edwards). Grootere verschillen bestaan echter in den voet. Meestal is het getal zijner leden geringer, maar deze zijn dan elk voor zich grooter. Niet zelden is het gewricht, waardoor de beide laatste voetleden verbonden zijn, verplaatst, in dier voege dat die beide leden naar elkander toekleppen en een schaar vormen. Somtijds echter is het getal der voetleedjes vermeerderd; zoo inzonderheid aan het voorste pootenpaar van *Phrynus*, waar elke poot eindigt in een lang zweepvormig aanhangsel dat uit zeer talrijke leedjes bestaat.

Eene vergelijking der overige orden van de lagere Crustaceën en Arachnoiden met de Insekten, ten aanzien der leden waaruit hunne pooten bestaan, biedt grootere bezwaren aan, vooral wanneer zij, gelijk bij vele lagere Crustaceën het geval is, in gespleten roeipooten of kieuwpooten veranderd zijn.

Nog op eene andere wijze dan tusschen de ledematen van verschillende soorten van dieren kan eene vergelijking plaats vinden, namelijk tusschen die welke aan verschillende segmenten

zijn ingeplant en verschillende functien hebben. Bij alle Gelede dieren wordt de mondopening zijdelings begrensd door een zeker getal van ledematen, dat van 1 tot 6 paren wisselen kan. Deze ledematen, die gewoonlijk monddeelen of mondwerktuigen worden genoemd, ontwikkelen zich niet alleen op volkomen gelijke wijze als de aan de volgende segmenten geplaatste pooten, maar zijn ook, wat de hen zamenstellende deelen betreft, behoudens eenige wijzigingen in de gedaante van dezen, daarmede vergelijkbaar; die gelijkenis is in het algemeen het grootst bij de achterste dezer monddeelen en neemt voorwaarts af. Het leerzaamst zijn in dit opzigt de verschillende groepen der hoogere Crustaceën. Bij de *Decapoda* wordt de mondspleet begrensd door 6 paren ledematen (fig. 138, D—I), namelijk:

I	bovenkaken	*mandibulae*	*protognatha*
II	1ste paar onderkaken	*maxillae* 1	*deutognatha*
III	2de „ „	„ 2	*tritognatha*
IV	1ste paar kaakpooten of hulpkaken	*pedes maxillares* 1	*tetartognatha*
V	2de „ „ „ „	„ „ 2	*pemptognatha*
VI	3de „ „ „ „	„ „ 3	*hectognatha*

Deze mondledematen zijn allen kleiner dan de daarachter volgende 5 paren looppooten, maar toch herkent men daaraan, met name aan de achterste, eene zamenstelling uit dezelfde leden als waaruit ook de pooten bestaan. Het eerste lid, de heup, wordt dan tot kaauwplaat. Bij de *Stomatopoda*, die in verscheidene andere opzigten zeer tot de *Decapoda* naderen, ondergaat nu het getal der aan de begrenzing der mondspleet deelnemende ledematen eene vermindering tot 5, 4 of zelfs 3, en het getal der daarachter geplaatste pooten neemt in gelijke mate toe, tot 6, 7 of 8. Evenzoo is het bij de *Amphipoda* en *Isopoda*, waar het getal der mondledematen gewoonlijk 4, maar dat der overige ledematen aan het voorligchaam 7 bedraagt. Al deze voorbeelden leeren dat het normale getal der ledematen aan het voorligchaam van de hoogere Crustaceën (*Malacostraca*)

11 is, maar dat eenige daarvan, die het midden der reeks vormen, zich dan eens tot kaken, dan weder tot pooten ontwikkelen, al naar gelang der groep waartoe de soort behoort.

Fig. 138.



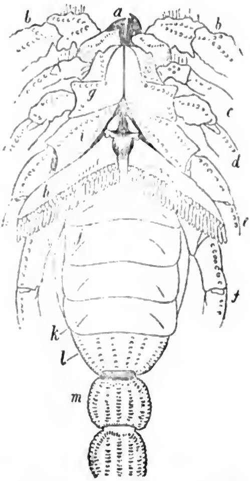
Appendiculaire deelen van *Maja squinado*. Naar MILNE EDWARDS.
A gesteeld oog; B binnenste spriet; C buitenste spriet; D bovenkaak; E eerste onderkaak; F tweede onderkaak; G, H, I hulpkaken; J, K, L, M, N borst- of voor-achterlijfspooten: O, P, Q, R valsche pooten.

Ook bij de Spinnen is deze homologie der monddeelen en der pooten duidelijk, bepaaldelijk bij de wijfjes, waar de onderkaaksvoelers nog geheel de gedaante en ook bijna de grootte der pooten hebben; alleen missen zij de klaauwtjes. Bij de mannetjes, welker onderkaaksvoelers hulporganen bij de paring zijn, is daarentegen het verschil merkelijk grooter.

De onderkaaksvoelers der Scorpioenen vertoonen zich op den eersten blik als groote, in scharen eindigende pooten, en de twee daarachter geplaatste pootenparen nemen met hunne zich in de middellijn ontmoetende en zamengegroeide heupen nog deel aan de achterwaartsche begrenzing van den mond (fig. 139 volg. bl.). Der-

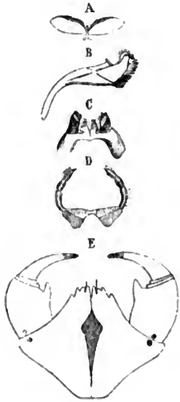
gelijke vergroeijingen treft men nu ook elders aan. Zij geven de verklaring van het mondklep genoemde deel der *Myriapoda* (fig. 140 C), als zijnde ontstaan door eene vereeeniging van twee onderkakenparen tot een enkel stuk. Bij de *Insecta hexapoda* blijven die paren gescheiden, maar het achterste paar is in de middellijn

Fig. 139.



Buthus occitanus, van de ondervlakte gezien.
a mond; *b* grondstuk der voelers; *c*, *d*, *e*, *f* gedeelten der pooten; *g* heupen der twee voorste pootenparen, onderling tot eene soort van onderlip vereenigd; *h* kamvormige aanhangsels; *i* opening der voorttelingsorganen; *j* tweede paar stigmata; *k* vierde paar stigmata; *l* laatste ring van het voor-achterlijf; *m* eerste ring van het na-achterlijf.

Fig. 140.

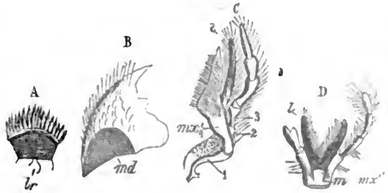


Monddeelen van *Scolopendra*;
A bovenlip; B een der bovenkaken; C mondklep (onderlip en onderkaken); D eerste paar hulpkaken; E tweede paar hulpkaken of giftkaken.

vergroeid en vormt hetgeen men in deze klasse gewoon is de onderlip te noemen (fig. 141 D). Soms (bij sommige *Orthoptera*, fig. 142 D) duidt nog eene overlangs loopende groeve deze vergroeijing aan.

Ook de gedaante der mondledematen kan groote wijzigingen ondergaan, in overeenstemming met het gebruik dat de dieren van die ledematen maken, bepaaldelijk met den aard van hun voedsel. Zij die zich met harde zelfstandigheden voeden

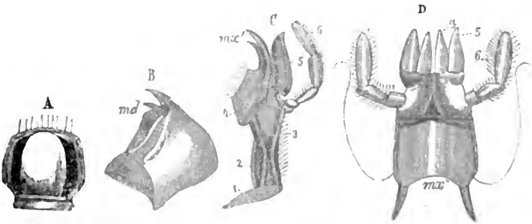
Fig. 141.



Monddeelen van *Anthribus albinus*. Naar STEIN.

A *lr* bovenlip; B *md* een der bovenkaken; C *mx'* een der onderkaken met 1 *cardo*, 2 *stipes*, 3 *squama*, 4 binnenste kaauwplaat, 6 buitenste kaauwplaat, 6 voeler; D *mx''* onderlip, met de ligula *l*.

Fig. 142.

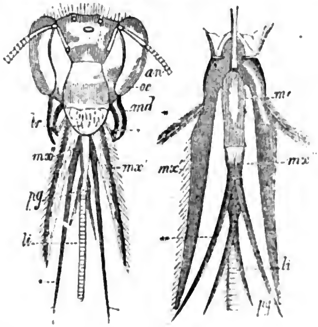


Monddeelen van *Termes*.

A bovenlip; B een der bovenkaken; C een der onderkaken; 1—6 als in fig. 141; D onderlip; 4 binnenste kaauwplaat; 6 onderlipsvoeler.

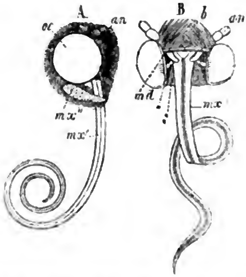
(*Coleoptera*, *Orthoptera*, *Neuroptera*), hebben in het algemeen korte maar breede monddeelen, stevige, dikwijls getande bovenkaken en kaauwplaten aan de onderkaken (fig. 141 en 142). Wanneer echter het voedsel uit vloeibare zelfstandigheden bestaat, dan verlengen en versmallen zich diezelfde deelen, hetzij alle of eenige daarvan. Bij de *Hymenoptera* (fig. 143 volg. bl.) blijven de bovenkaken kort, maar bij velen (Bijen, Wespen enz.) verlengen zich de onderkaken en de onderlip en vormen te zamen een zuigsnuit. In de orde der *Lepidoptera* (fig. 144 volg. bl.) zijn het alleen de onderkaken die zich verlengen

A Fig. 143. B



Kop en monddeelen van *Anthophora retusa*. Naar NEWPORT. A van boven, B van onderen gezien en iets meer vergroot; *an* sprieten; *oc* oogen; *lr* bovenlip; *md* bovenkaak; *mx'* onderkaak; * onderkaakvoeler; *mx''* onderlip; ** onderlipsvoeler; *li ligula; pg paraglossae; me* kin.

Fig. 144.



Monddeelen van een Vlinder. Naar SAVIGNY. A van *Zygaena Scabiosae* van der zijde; B van *Noctua libatrix* van voren; *an* spriet; *oc* oog; *md* rudimentaire bovenkaak; *b* bovenlip; *mx'* in een roltong veranderde onderkaken; * onderkaakvoeler; *mx''* en ** onderlipvoeler.

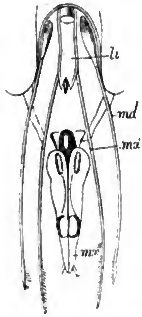
en door zamengroeijing der randen de van een dubbelkanaal voorziene, zoogenaamde roltong vormen. Daarentegen is de verlenging der drie paren monddeelen eene algemeene bij de *Hemiptera* (fig. 145), welker zoogenaamde snavel, die soms eene zeer aanmerkelijke lengte bereikt, bestaat uit een koker, welke beantwoordt aan de onderlip, waarbinnen twee lange, dunne borstels besloten zijn, die de boven- en onderkaken vertegenwoordigen. Ook bij het meerendeel der *Diptera* (fig. 146) zijn de boven- en onderkaken tot lange dunne priempjes geworden, die in de desgelijks verlengde maar tevens verbreede, gootvormige onderlip zijn opgenomen 1).

Terwijl de aan het voorste ligchaamsgedeelte geplaatste ledematen aldus groote wijzigingen kunnen ondergaan, treden der-

1) Eenige meerdere bijzonderheden aangaande het maaksel van de monddeelen der Insekten vindt men in de 1ste Afdeeling, bl. 34, en verder bij de beschrijving der orden.

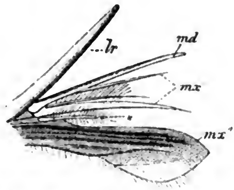
gelijke, maar van eenen anderen aard, ook op in de ledematen

Fig. 145.



Monddeelen van *Nepa cinerea*, uiteengelegd. Naar SAVIGNY.
md een der bovenkaken; *mx'* een der onderkaken; *mx''* onderlip of scheede; *li ligula*.

Fig. 146.



Monddeelen van *Anthrax morio*. Naar BLANCHARD.
lr bovenlip; *md* bovenkaak; *mx'* onderkaken; * voelers; *mx''* onderlip.

die tot de achterste ligchaamsafdeeling behooren. Slechts zelden, bij de Myriapoden, is de gedaante der ledematen van alle achter den mond gelegen segmenten gelijk of nagenoeg gelijk. In den regel verschillen de ledematen van het achterligchaam van die van het voorligchaam, inzonderheid in die gevallen, waar zij de dragers der kieuwen zijn, die zelve niet anders zijn dan getakte of gevederde aanhangsels der ledematen, of waar zij tot hulpparingsorganen of tot dragers der eijeren zijn geworden. Ten dien aanzien biedt de klasse der Crustaceeën allerlei trappen van vervorming aan, die tevens de beste kenmerken van de orden en familien opleveren. (Zie I^ste Afd.).

Geheel anders is het bij de eigenlijke Insekten en de Arachnoiden. Daar ontbreken aan het achterligchaam de ledematen in den regel geheel en al. Eene uitzondering maken slechts

de larven der Bladwespen en der Vlinders, die aan eenige der achterlijfsringen korte stompe pootjes hebben, welke zeer verschillen van de drie paren, die zich aan de borstringen bevinden.

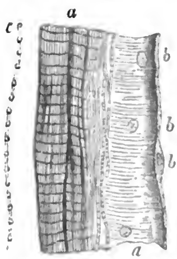
Bij vergelijking blijkt ook, dat het niet dezelfde ledematen zijn, die bij de Insekten, de Arachnoiden en de hoogere Crustaceën den dienst van looppooten doen. Aan de drie pootenparen van een Insekt beantwoorden geheel en al de drie achterste pootenparen der Arachnoiden, terwijl het voorste paar de onderlip der eersten vertegenwoordigt. Maar ledematen, die overeenstemmen met de looppooten van een Kreeft of Krab ontbreken in deze beide klassen geheel en al. Als met de drie pootenparen van een Insekt of de drie achterste paren van een Spin of Scorpioen geheel homoloog kunnen slechts de drie kaakpooten der Decapode Crustaceën worden beschouwd. Dit leert tevens, dat, terwijl de drie ringen, welke de borst zamenstellen, bij een Insekt tot een zelfstandig ligchaamsdeel zijn geworden, dit zelfde deel ook bij de Arachnoiden nog tot volle ontwikkeling komt maar zamensmelt met den kop, waarvan intusschen slechts een gedeelte werkelijk vertegenwoordigd is, daar de zamengestelde oogen en de ware bovenkaken ontbreken. Bij de Decapode Crustaceën zijn het daarentegen de drie borstringen, welke in ontwikkeling achterblijven en slechts een gering aandeel nemen aan de zamenstelling van het cephalothorax genoemde deel, dat in werkelijkheid grootendeels uit den kop en het voor-achterlijf moet geacht worden te bestaan

36. Hoewel het spierstelsel der Gelede dieren ontstaat uit eenen huidspierzak en zich in zoo verre aan dat der Wormen en der Weekdieren sluit, komt het tot eenen veel hoogeren trap van ontwikkeling dan in deze afdeelingen; ja men kan veilig beweeren, dat, indien de dieren moesten gerangschikt worden naar de meerdere of mindere volkomenheid van hun spierstelsel, naar de talrijkheid der afzonderlijke spieren, naar de menigvuldigheid der daardoor veroorzaakte bewegingen, en

zelfs naar de krachtsinspanning waartoe die spieren in staat zijn, de Gelede dieren onder alle groepen van het dierenrijk bovenaan zouden moeten geplaatst worden.

Deze hooge volkomenheid, het gevolg eener hooge differentieering, openbaart zich reeds in het histologisch maaksel. Alle

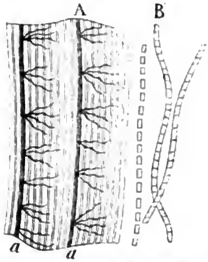
Fig 147.



A. Gedeelte van een primitiefbundel uit een schaar van *Homarus vulgaris*; bij 300-malige vergrooting; *a* gedeelte waar de primitiefvezelen nog vereenigd naast elkander gelegen zijn; *bbb* sarcolemma, waaruit de primitiefvezelen verwijderd zijn.

B. Een afzonderlijke primitiefvezel.

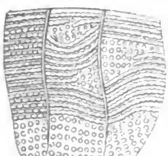
Fig. 149.



A overlangsche doorsnede der borstspieren van *Calliphora vomitoria*; *a a* plaatsen waar de luchtvaten er in doordringen.

B afgezonderde primitiefvezelen.

Fig. 148.



Dwarse doorsnede der borstspieren van *Calliphora vomitoria*.

spieren van Gelede dieren bestaan uit dwarsgestreepte primitiefbundels (fig. 147). Aan met alkohol, sublimaat- of kreosootoplossing behandelde spieren vertoont zich de zamenstelling der primitiefvezelen uit kleine ligchaampjes van gelijke grootte doorgaans met grootere duidelijkheid dan aan de spieren van Gewervelde dieren, en aan overdwarse en overlangsche doorsneden, gemaakt van gedroogde spieren (fig. 148 en 149), neemt men in vele

gevallen waar, dat de primitiefvezelen op eene uiterst regelmatige wijze tot secundaire plaatjes aaneengevoegd zijn 1).

Nog sprekender openbaart zich die groote volkomenheid in het hoogst aanmerkelijk getal van bijzondere spieren. LYONET telde aan de rups van *Cossus ligniperda* niet minder dan 1875 verschillende spieren, aldus verdeeld:

288	spieren in den kop,	
217	paren	rugspieren,
154	„	zijdespieren,
369	„	buikspieren,
63	„	pootspieren,
20	„	spieren, die eigen zijn aan den tweeden en derden ligchaamsring, en
1	onparige spier.	

In het algemeen gesproken, is deze groote differentieering van het spierstelsel het gevolg van de scheiding van het huidskelet in talrijke stukken, die elk voor zich bewegelijk zijn, en aan welker binnenvlakte zij zijn ingeplant, hetzij regtstreeks of onder tusschenkomst van pezen, die in zekeren zin niet anders zijn dan binnenwaartsche voortzettingen der chitine van het huidskelet zelve.

Alle bewegelijk verbonden deelen van het huidskelet hebben minstens twee spieren, die van het eene op het andere overgaan: een buiger en een strekker. Gewoonlijk voegen zich echter daar nog andere bij; en inderdaad treft men onder de spieren der Gelede dieren, even als bij de Gewervelden, behalve *flexores* en *extensores*, ook *rotatores*, *levatores*, *retractores*, *sphincteres* enzv. aan, waardoor de meest zamengestelde bewe-

1) Deze regelmatigheid is zoo groot, dat ik reeds in 1839, in het *Tijdschrift voor Natuurlijke Geschiedenis en Physiologie*, Dl. VI bl. 40, voorstelde overlangsche doorsneden der gedroogde borstspieren van de Werkbij als natuurlijke mikrometermaat te gebruiken. Thans nu men gemakkelijk andere mikrometrische middelen kan aanwenden, zal men wel tot dit niet meer zijn toevlugt behoeven te nemen. Bovendien is, hoe regelmatig ook, de dikte der vezelen en der plaatjes niet zoo gelijk als voor een normaalmaat gevorderd wordt.

gingen, vooral van de monddeelen en overige ledematen, mogelijk worden.

Overigens spreekt het van zelf, dat niet bij alle Gelede dieren het spierstelsel even ontwikkeld is, daar die ontwikkeling gelijken tred houdt met die van een grooter of kleiner getal van bewegelijke deelen, en met de menigvuldigheid der bewegingen, waartoe deze in staat zijn.

Nog het duidelijkst verkondigt zich de oorsprong der spieren uit eenen algemeenen spierzak, welke dien der Wormen herinnert, in de eigenlijke tronkspieren, d. i. in die welke de verschillende ligchaamssegmenten verbinden. Naar mate de homonomiteit der segmenten grooter is, vertoonen zich ook de hen verbindende spieren meer als eenvoudige herhalingen van elkander. Worden de segmenten daarentegen heteronoom, en vormen zij grootere ligchaamsafdeelingen, dan is ook het spierstelsel in elke zoodanige afdeeling verschillend.

De tronkspieren zijn in het algemeen zonder pezen, d. i. onmiddellijk aan de binnenvlakte der segmenten ingeplant; niet zelden bevindt zich echter op het punt der inplanting eene binnenwaartsche verdikking. Men kan de tronkspieren verdeelen, naar de plaats die zij innemen, in: rugspieren (*musculi dorsales*), welke zich aan de rugplaten der segmenten, buikspieren (*m. m. ventrales*), welke zich aan de buikplaten der segmenten inhechten, zijdespieren (*m. m. laterales s. transversales*), die aan de ligchaamszijden van de rugplaat van een segment naar zijn buikplaat gaan. Wanneer het achterlijf eene weeke bekleeding heeft, zooals bij de Spinnen, dan kunnen laatstgenoemde spieren tot *m. m. sagittales s. dorso-ventrales* worden, d. i. tot spieren, die niet enkel aan de zijden, maar op eenigen afstand daarvan, dwars door het ligchaam heengaande, rug- en buikvlakte verbinden. Nog andere overdwars loopende spieren (*m. transversus medius* en *m m. transversi abdominales*) komen bij de larven der *Lepidoptera* aan de buikzijde voor.

Vergeleken met den spierzak der Wormen, vindt men in de

rug- en buikspieren, waarin de rigting der spiervezelen in het algemeen hoofdzakelijk overlangs is, de vier lengtespieren der Nematoden en der Chaetophoren terug; de overdwarse spierlaag der laatsten wordt vertegenwoordigd door de dwarse spieren, die zich echter nimmer, zooals bij dezen over den geheelen ligchaamsomtrek voortzetten, maar steeds eene beperkte plaats innemen en dikwijls ontbreken. Eindelijk zijn ook de *m. m. sagittales* bij sommige Wormen, Bloedzuigers e. a. aanwezig. In zekeren zin zoude men kunnen zeggen, dat de spierzak der Wormen zich bij de Gelede dieren in even zoo vele dwarse stukken heeft opgelost als er segmenten zijn. Intusschen is de differentieering in elk dezer stukken nog merkelijk verder gegaan. De rug- en buikspieren bestaan in werkelijkheid nog uit verscheidene dezer spieren, die gedeeltelijk naast elkander gelegen zijn, gedeeltelijk elkander laagsgewijs bedekken en elk hare eigene inplantingspunten hebben, eenige nabij de randen, andere in het midden der segmenten. Het getal dezer lagen kan van twee tot acht bedragen. De grootste en krachtigste dezer spieren zijn die waarin de vezelen regt van voren naar achteren loopen; zij zijn regte spieren, *m. m. recti.* Met zekere wijzigingen, zetten zij zich van den kop tot aan het aarseinde voort. Tusschen en naast deze regte spieren bevinden zich andere, schuinsche spieren, *m. m. obliqui*, die zich in meer of minder schuinsche rigting, van het eene segment naar het andere begeven.

Het is er echter ver af dat deze tronkspieren bij alle Gelede dieren in gelijke mate zouden ontwikkeld zijn. Dwarse of zijdespieren komen alleen daar voor, waar de rug- en buikplaten door een week vlies van eenige uitgestrektheid vereenigd worden. Zoo b. v. treft men haar aan bij *Scolopendra* en bij de larven der *Lepidoptera.* Wat de rug- en de buikspieren betreft, zoo zijn doorgaans de laatste merkelijk dikker en zwaarder dan de eerste, in verband met de omstandigheid dat meestal de buikplaten korter zijn dan de rugplaten en sterker dan deze

tot elkander naderen kunnen, ten gevolge waarvan eene meer of minder sterke kromming naar de buikzijde kan plaats grijpen, terwijl integendeel de rug zich gewoonlijk alleen regt uitstrekken maar niet ombuigen kan. Vooral bij de *Decapoda macrura* is dit verschil zeer in het oog loopend. Echter bestaan er uitzonderingen op dien regel. In het achterlijf van vele Kevers zijn de rugspieren nog tamelijk krachtig, maar de buikspieren zijn daarentegen zeer zwak en ontbreken zelfs plaatselijk geheel. Maar in zulk een geval is het dan ook juist de rugzijde van het skelet, die de grootste bewegelijkheid heeft, hetzij omdat het getal der rugplaten dat der buikplaten overtreft, of omdat de eerste smaller d. i. korter dan de laatste zijn. De regte rugspieren en de regte buikspieren zijn derhalve antagonisten, en, hoewel de eerste gewoonlijk de rol van strekkers, de tweede die van buigers vervullen, kan ook het omgekeerde plaats grijpen. Wat de schuinsche spieren betreft, zoo is het duidelijk, dat door hare zamentrekking eene eenzijdige toenadering der ringen tot elkander en daardoor zijdelingsche bewegingen van het ligchaam worden veroorzaakt.

Dit tronkspierstelsel kan nu groote wijzigingen ondergaan in die ligchaamsafdeelingen, welke uit onderling zamengesmolten segmenten bestaan of waarin deze althans slechts weinig bewegelijk zijn, maar die juist uit dien hoofde vastere steunpunten aan de daaraan ingeplante ledematen aanbieden. In den cephalothorax der Arachnoiden en der Crustaceën, in de borst en den kop der Insekten herkent men ten deele nog wel dezelfde spieren, maar hare verrigting is eene andere geworden; sommige zijn geatrophieerd, andere daarentegen hebben eenen veel grooteren omvang erlangd of zich in verscheidene spieren gescheiden. Inzonderheid zijn het de regte spieren, zoowel die aan de rug- als aan de buikzijde, welke zich wijzigen en tot andere verrigtingen geschikt worden dan tot enkele buiging en strekking der segmenten. Bij de Insekten, die eene metamorphose ondergaan, nemen daarbij de spieren van het achterlijf

in omvang af, terwijl daarentegen die in de borstsegmenten sterk in omvang afnemen. Vooral geldt dit bij alle gevleugelde insekten van de nedertrekkende spieren der vleugels (*m. m. depressores alae*), welke uit de regte rugspieren van de middel- en achterborst ontstaan zijn en alle andere spieren verre in grootte overtreffen. Overigens bestaan er ten aanzien der in het voorligchaam bevatte meer of minder talrijke spieren, die als wijzigingen der tronkspieren moeten beschouwd worden, nog vele verschillen tusschen onderscheidene Gelede dieren, al naar gelang hunner levenswijze en der daaraan beantwoordende meerdere of mindere bewegelijkheid derzelfde homologe deelen. Daar die verschillen zich echter niet zonder groote uitvoerigheid onder algemeenere gezigtspunten laten brengen, gaan wij hen hier voorbij.

Alle in leden, d. i. holle ringen, verdeelde ledematen, sprieten, monddeelen, pooten, enzv. hebben elk hun eigen spierstelsel, bestaande uit buigers en strekkers, waarvan de eerste in het algemeen het overwigt hebben boven de laatste. Deze ledematen-spieren zijn gewoonlijk van pezen voorzien, waarmede zij zich inplanten. Elk lidmaat is in zijn geheel beweegbaar door spieren, die hunnen oorsprong nemen in het ligchaamssegment, waarmede het door een gewricht verbonden is; zij planten zich met hare pezen in aan het eerste lid, derhalve bij de pooten aan de heup (*coxa*) of, waar een vrije dijring (*trochanter*) is, ook aan dezen. Waar de segmenten door binnenwaartsche uitsteeksels eenen endothorax vormen, bieden deze eene ruime oppervlakte voor de binnenste inplanting dezer spieren aan. Ontbreken zulke uitsteeksels, dan hechten zich de spieren eenvoudig aan de binnenvlakte van het segment.

Elk der leden, waaruit een lidmaat bestaat, bevat verders de spieren, waardoor het daarop volgende lid bewogen wordt: de spieren tot beweging van de scheen b. v. zijn bevat in de dij, enzv. In het algemeen nemen de spieren in dikte en kracht af, naar gelang zij in een verder van het ligchaam verwijderd

lid zijn bevat. Eene uitzondering hierop maken echter de spieren der scharen, waarin sommige ledematen eindigen, en die gemeenlijk zware en tot sterke krachtsuiting geschikte spieren bevatten.

Behalve de spieren van den tronk en van de ledematen kunnen nu nog andere voorkomen, die echter niet als typisch voor de Gelede dieren in het algemeen, maar als meer in het bijzonder eigen aan bepaalde groepen moeten beschouwd worden. Zoo de spieren tot opening en sluiting der ademgaten (*stigmata*) van de Insekten, die tot beweging der cloaca en van het rectum, alsmede de niet zelden zeer zamengestelde spiertoestel der voorttelingswerktuigen in deze klasse. De sluitspieren (*m. m. adductores*) der schaalkleppen van de Ostracoden zouden zich nog laten vergelijken bij de groote, door verandering der *m. m. recti dorsales* gevormde neertrekkers der vleugels van de Insekten. Moeijelijker is het echter om punten van overeenkomst aantewijzen tusschen de mantel- en schaalspieren der Cirripedien met de spieren van andere Gelede dieren. Hier schijnen zich werkelijk, tevens met de geheele vervorming des ligchaams en de ten gevolge der vasthechting veranderde levensbehoeften, geheel nieuwe spieren gevormd te hebben, die niet tot het algemeene plan behooren.

KUNSTMATIGE NABOOTSING VAN EENIGE DER VOORNAAMSTE ORGANISCHE KALKVORMINGEN.

Aan het slot van dit hoofdstuk willen wij een beknopt verslag 1) geven van eenige proefnemingen om sommige der daarin vermelde kalkvormingen, gelijk deze als skeletbestanddeelen bij dieren voorkomen, ook buiten het levend ligchaam

1) Eene uitvoerige beschrijving zal men vinden in eene verhandeling die eerstdaags ter perse gaat en den titel draagt van *Recherches de Morphologie synthétique sur la production artificielle de quelques formations calcaires organiques.*

te doen ontstaan, door koolzuren kalk en phosphorzuren kalk *in statu nascenti* zich met organische stoffen te doen verbinden.

Eene hoofdvoorwaarde daarbij is de natuur in hare rustige en langzame werking van zoo nabij mogelijk natevolgen. Dit kan geschieden door de zouten, welker dubbele ontleding het onoplosbare kalkzout voortbrengt, in vasten toestand, op eenigen afstand van elkander, hetzij vrij of gescheiden door een vlies, te plaatsen in het vocht, dat de organische stof bevat waarmede zich het zich vormende kalkzout verbindt. Als vochten zijn gebruikt: eiwit, lijmoplossing, een mengsel van deze beiden, bloed, gal, slijm van *Arion rufus*, de schermzelfstandigheid van *Aurelia aurita* en de brei verkregen door gehakte oesters in een mortier fijn te wrijven.

De zouten, door welker wederkeerige ontleding de onoplosbare kalkverbindingen ontstonden, waren ter eener zijde: chlorcalcium, salpeterzure kalk, azijnzure kalk, chlormagnesium en zwavelzure magnesia, ter andere: dubbelkoolzure soda, koolzure potasch, phorphorzure soda en phorphorzure ammoniak.

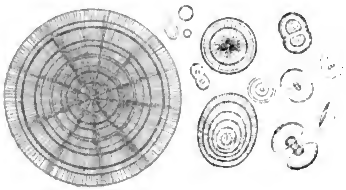
Het is duidelijk dat, door de wijze waarop de proefnemingen waren ingerigt, de vermenging der zouten slechts langzaam, door diffusie kon plaats grijpen. Ook verloopen er in de meeste gevallen eenige weken, alvorens de vorming der kalkverbinding voltooid en de proefneming geeindigd is.

Langs dezen weg ontstaan nu een aanmerkelijk aantal van vormen, waarvan de meeste in de organische natuur worden terug gevonden.

De meest algemeen voorkomende vorm, welke de koolzure kalk in verbinding met eiwit, lijm of andere in bovengenoemde vochten voorkomende organische stoffen aanneemt, is die, welke wij met den naam van calcosphaeriten willen bestempelen (fig. 150). Wanneer de calcosphaeriten zich te midden van het vocht, bij volkomen evenwigtstoestand van de omringende deelen, vormen, dan zijn zij zuiver bolvormig. Zij kunnen zeer verschillende grootten bereiken, van $\frac{1}{200}$ millim. af tot $\frac{1}{2}$ millim. toe, en worden

des te grooter hoe rustiger en langzamer de vorming geschiedt.

Fig. 150.



Velen bevatten een kern, en in allen die eene zekere grootte bereiken neemt men eene zamenstelling uit concentrische lagen en zeer fijne straalsgewijs geplaatste vezelen waar.

Dergelijke, vrije, bolvormige calcosphaeriten komen in de natuur voor in verschillende concrementen, die zich vormen in gal, in de pis, in het speeksel van sommige dieren; ook het zoogenaamde hersenzand der *glandula pinealis* en der *plexus chorioidales* bestaat er uit; de otolithen van sommige Weekdieren, Wormen en Visschen zijn calcosphaeriten; de parelen zijn almede niet anders dan calcosphaeriten die door lengte van tijd eene aanmerkelijke grootte hebben bereikt.

Indien de evenwigtstoestand van het omringende vocht niet volkomen is, dan ondergaan de calcosphaeriten gedurende hunnen groei vervormingen, waardoor hunne gedaante in meerdere of mindere mate gewijzigd wordt; zij kunnen dan worden tot

Fig. 151.



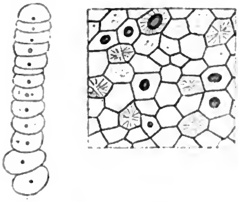
ellipsoidische, eironde of lensvormige ligchamen. Een zeer opmerkelijke vorm is die (fig. 151), welke wij conostaten hebben genoemd, en die gekenmerkt is door de aanwezigheid van een met lucht gevulde kelk- of bekervormige uitbreiding, waardoor, als door een soort van hydrostatischen toestel, de halfbolvormige calcosphaeriet drijvende wordt gehouden.

Den aanmerkelijksten invloed op de gedaante der calcosphaeriten oefent echter hunne onderlinge aaneensluiting uit, wanneer zij zich in elkanders nabijheid vormen. Het eenvoudigste geval bie-

den de dubbelligchamen aan (fig. 150 vor. bl.), die steeds in grooten getale onstaan, en die, met de lensvormige calcosphaeriten, de zoogenaamde coccolithen en cyatholithen van *Bathybius* herinneren. Vereenigingen van calcosphaeriten tot grootere of kleinere groepen (fig. 152 A) en tot platen (B) kunnen overigens op allerlei wijzen onstaan en daardoor veelhoekige ligchamen geboren worden, die, wat de gedaante betreft, eene groote overeenkomst met cellen hebben. Daardoor verklaart zich ook de zamenstelling der buitenste laag van de schelpen van verscheidene Lamellibranchien en van sommige Gasteropoden uit schijnbare cellen, die tot stapels vereenigd zijn.

Fig. 152.

A B



Onder bepaalde omstandigheden vormt de koolzure kalk, verbonden met eiwit, ook zeer dunne geplooide platen, die niet uit calcosphaeriten zijn zamengesteld en geheel overeenstemmen met de geplooide kalkplaten in het Sepia-been, terwijl zij tevens het ontstaan van andere amorphe kalkplaten, zooals die der Foraminiferen-schelpen en Bryozoën, begrijpelijk maken.

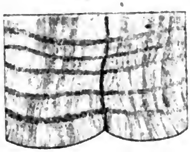
Zoowel de calcosphaeriten als de genoemde platen bestaan uit eene verbinding van koolzuren kalk met de organische zelfstandigheid, die achterblijft, wanneer men den kalk met een zuur verwijdert. Heeft de vorming in eiwit of in een eiwithoudend vocht plaats gegrepen, dan blijft de organische grondlaag achter in gelijke gedaante en van gelijk maaksel als die der oorspronkelijke kalkligchamen, maar die grondlaag is geen eiwit meer; dit heeft zich veranderd in eene zelfstandigheid, welke door hare scheikundige reactien geheel overeenstemt met de conchyoline en zelfs tot de chitine nadert. Wij zullen haar c a l c o g l o b u l i n e noemen.

Om haar te verkrijgen. is het echter niet noodig eerst hare

verbinding met koolzuren kalk te doen ontstaan en deze vervolgens te ontleden. Men kan dien omweg vermijden door eenvoudig een stuk chlorcalcium in eiwit te plaatsen. Na eenige dagen heeft zich dit opgelost en is zijne plaats ingenomen door calcoglobuline, die ook ten deele een vezelig maaksel heeft en, na uitgewasschen te zijn, dezelfde reactien vertoont.

Wanneer phosphorzure kalk, door dubbele ontleding van chlorcalcium en onzijdige phosphorzure soda of phosphorzuren ammoniak, te midden van eiwit of lijmoplossing ontstaat, dan grijpt er geene verbinding met de organische stof plaats. Het gevormde praecipitaat bestaat enkel uit kristallen van onzijdigen phosphorzuren kalk. Anders is de werking, wanneer zich gelijktijdig in het vocht koolzure kalk vormt. Dan bestaat het praecipitaat uit eene verbinding van de organische stof met de beide kalkzouten. Is de phosphorzure kalk in ruime hoeveelheid voorhanden, dan blijft het praecipitaat ook na vele weken tijds in den amorphen, colloiden toestand. Er ontstaan noch kristallen, noch calcosphaeriten. Maakt echter de phosphorzure kalk slechts een klein gedeelte van het praecipitaat uit, dan vormen zich calcosphaeriten, maar daaronder zijn er dan die de uitgangspunten van verschillende bijkomende vormingen zijn. Men kan deze tot twee hoofdvormen brengen, die onder bepaalde omstandigheden meer of minder ontwikkeld te voorschijn treden. De eerste bestaat in platen, die soms eene groote uitgebreidheid erlangen en meer of minder geplooid zijn. Deze platen zijn óf geheel doorschijnend, óf zij vertoonen fijne, evenwijdig loopende of divergeerende vezelen en concentrische strepen (fig. 153).

Fig. 153.



Zulke platen hebben geheel het maaksel van de kalkzelfstandigheid die de binnenste laag der schelpen van de Lamellibranchien en die der Gasteropoden meestal alleen zamenstelt. Aan andere dezer platen komen evenwijdige streepvormige verdikkingen voor, van gelijke gedaante als

die aan de buitenste laag der schubben van de beenige Visschen (fig. 154 bij *a*). Om deze verschillende plaatvormen te doen ontstaan is de tegenwoordigheid van eiwit voldoende. Bij eene lage en standvastige temperatuur vormen zich hetzij aan de calcosphaeriten of aan de platen ook spitse, gebogen uitsteeksels (fig. 154 *b*).

Is bovendien lijm in het vocht aanwezig, dan ontstaan aan vele calcosphaeriten desgelijks uitsteeksels, maar die een meer wratachtig voorkomen hebben en zelve weder kleinere uitsteeksels verkrijgen of zich vertakken, waardoor zij eindigen met volkomen te gelijken op de spiculae of skleriten van Alcyonarien (fig. 155 A).

Dergelijke skleriten (B), hoewel van eene iets andere gedaante, vormen zich ook in kraakbeen, hetwelk eerst met eene chlorcalcium-oplossing doortrokken en vervolgens in eene oplossing van koolzure potasch en een weinig phosphorzure soda geplaatst is.

Fig. 154.

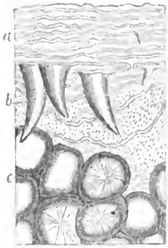
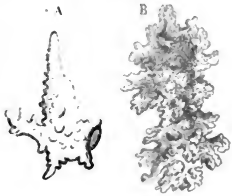


Fig. 155.



De vorming begint in de celholten van het kraakbeen, maar breidt zich vervolgens ook in de hyaline tusschencelzelfstandigheid uit.

Al deze kalkvormingen nemen ook de in het vocht voorhandene of opzettelijk daarin opgeloste organische kleurstoffen op, niet enkel dierlijke maar ook plantaardige, zooals saffraan, lakmoes, campèchehout enzv., zoodat men daarmede ook de gekleurde kalkligchamen der dieren kan nabootsen.

BIJZONDERE DIERKUNDE.

MORPHOLOGIE

DER

ONGEWERVELDE DIEREN.

II.

LEERBOEK
VAN DE GRONDBEGINSELEN
DER
DIERKUNDE
IN HAREN GEHEELEN OMVANG,

DOOR

P. HARTING,
Hoogleeraar aan de Utrechtsche Hoogeschool.

DERDE DEEL.

ONGEWERVELDE DIEREN.

—

TWEEDE AFDEELING.

MORPHOLOGIE.

Met talrijke houtsneê-figuren.

TIEL,
H. C. A. CAMPAGNE.
1872.

Stoomdruk van P. W. van de Weijer, Utrecht.

VOEDINGSORGANEN.

37. Het meest wezenlijke karakter van het leven in het algemeen is de gestadige, dan eens langzamer, dan weder sneller plaats grijpende wisseling der bestanddeelen, waaruit de levende wezens zijn zamengesteld. Deze wisseling van bestanddeelen is eensdeels een zuiver mechanisch verschijnsel, anderdeels een gevolg van scheikundige omzettingen. Alle organische wezens, zoowel dieren als planten, voeden zich, d. i. zij nemen zekere buiten hun ligchaam voorhanden stoffen op, die geschikt zijn tot onderhouding der beweging in hen, welke de grondslag van alle levensverschijnselen is. Een gedeelte dier stoffen dient tot herstel van hetgeen bij die levensbeweging verbruikt is, een ander tot den opbouw van nieuwe deelen, die hetzij met het wezen in zamenhang blijven en dit dan eenvoudig in omvang doen toenemen, d. i. groeijen, — of zich daarvan afscheiden, als zelfstandig levende kiemen van nieuwe individu's, waardoor de soort wordt voortgeplant.

Voeding bestaat echter niet enkel in den invoer van nieuwe stoffen; zij gaat steeds ook gepaard met eenen daaraan beantwoordenden uitvoer van andere, die, na tijdelijk een bestanddeel van het levend ligchaam te hebben uitgemaakt, daaruit wederom verwijderd worden, hetzij eenvoudig om plaats te maken voor nieuwe, of omdat zij, in het ligchaam achterblijvende, daarop eenen schadelijken invloed zouden uitoefenen.

Het voor den invoer geschikt voedsel kan oorspronkelijk, d. i. zoolang het zich nog buiten het ligchaam bevindt, zijn vast, vloeibaar of gasvormig; maar eenmaal in het ligchaam doorge-

drongen zijnde, moet het den vloeibaren toestand aannemen, zullen de scheikundige omzettingen, die het wezen der voeding zijn, behoorlijk kunnen plaats grijpen. Die omzettingen, d. i. de eigenlijke voeding, geschieden in de zamenstellende deelen der weefsels en organen. Elk protoplasmaklompje, elke cel is eene kleine scheikundige werkplaats. Zoodra daarin voor voeding geschikte stoffen zijn binnengetreden, ondergaan deze veranderingen, die verschillend zijn, al naar gelang van den bijzonderen aard van het orgaan, hetwelk uit die cellen bestaat.

Om tot dien eigenlijken zetel der voeding te geraken, moeten de voedingstoffen eenen weg afleggen, die in den regel des te korter is, naarmate het dier op eenen lageren trap van bewerktuiging staat. Wezens die, gelijk de Amoeben, niet anders dan zich vrij bewegende protoplasmaklompjes zijn, voeden zich op de meest regtstreeksche wijze, deels door het osmotisch opgenomen water met de daarin opgeloste zelfstandigheden, waartoe ook de zuurstof behoort, deels door de daarin mechanisch binnendringende half vloeibare of zelfs vaste ligchaampjes, waarvan slechts een gedeelte tot werkelijk voedsel strekt, d. i. verteerd wordt, terwijl een ander gedeelte, b. v. de kiezelpantsers van Diatomeën, later wederom wordt uitgestoten. Tevens worden ook andere stoffen in vloeibaren staat, en daaronder koolzuur, uit het ligchaampje naar buiten gevoerd.

Wat nu bij zulk eene Amoebe regtstreeks en onmiddellijk geschiedt, kan bij andere, op eenen iets hoogeren trap staande dieren en organen, welke uit wandlooze cellen of protoplasmaklompjes zijn zamengesteld, ook langs een korteren of langeren omweg plaats grijpen. Reeds eenig verschil maakt het optreden van vliezige wanden, die alleen vochten en daarin opgeloste gassen maar geen vaste stoffen doorlaten. Alsdan is alleen het naar binnen- en naar buitentreden langs den osmotischen weg mogelijk, gelijk bij de planten algemeen voorkomt, maar die ook bij sommige dieren (Gregarinen, Cestoden, Acanthocephalen) de eenige is, langs welken voedsel in hun inwendige

kan geraken, terwijl hetzelfde geldt van alle cellen die geheel gesloten wanden hebben.

Zoodra echter het dier zich nog meer boven dien laagsten toestand verheft, wordt de weg voor het voedsel niet alleen langer, maar begint ook eene splitsing optetreden in de voedingsverschijnselen zelve, die men dan met bijzondere namen aanduidt, namelijk van spijsvertering, ademhaling, bloedsomloop, uitscheiding, welke alle tot meer of minder zelfstandige verrigtingen kunnen worden, die elk hare eigene organen hebben. In de reeks der dieren nu treft men alle denkbare trappen van differentieering dier organen en verrigtingen aan, en inzonderheid bij de beschouwing van deze organen en organenstelsels ontwaart men ten duidelijkste, dat vele toestanden, die bij de hoogere dieren slechts tijdelijk en voorbijgaande voorkomen, t. w. gedurende het embryonale leven, daarentegen blijvende bij de lagere zijn.

38. Gelijk reeds boven werd opgemerkt, geschiedt de eigenlijke vertering, namelijk de scheikundige omzetting der stoffen die als voedsel in het organisme worden gebragt, binnen in het cellen-protoplasma. Het woord spijsvertering wordt echter gewoonlijk in eenen ruimeren zin gebruikt, en daaronder ook alle voorafgaande verrigtingen verstaan, die de strekking hebben het opgenomen voedsel of de spijs in eenen toestand te brengen, welke veroorlooft, dat de daarin voor voeding geschikte bestanddeelen in het cellen-protoplasma kunnen doordringen en hierin de eigenlijke, laatste vertering of assimilatie ondergaan. De tot die voorafgaande of voorbereidende verrigtingen dienende organen dragen dan den algemeenen naam van spijsverteringsorganen. Daaronder behooren in de eerste plaats alle deelen, waardoor de vaste spijs verkleind, vermaald, d. i. op mechanische wijze in eenen fijn verdeelden toestand gebragt of gekaauwd wordt. Zulke kaauwtoestellen, hetzij vóór den mond of in zijne holte of eindelijk

op nog grooteren afstand daarvan binnenwaarts geplaatst, komen in menigvuldige wijzigingen bij schier alle klassen van dieren voor, hoewel zij bij eenige soorten dier zelfde klassen ontbreken.

In de tweede plaats behoort daartoe eene spijsverteringsholte, waarin de spijs wordt opgenomen; deze spijsverteringsholte kan hetzij eene eenvoudige, al of niet vertakte uitholing in de ligchaamszelfstandigheid zijn, die zich met een mond buitenwaarts opent, of wel de spijsverteringsholte heeft eenen eigenen wand en is daardoor tot een zak of buis geworden, die door eene ligchaams- of ingewandenholte (*cavitas perivisceralis*) gescheiden is van den ligchaamswand (*perisoma*), ofschoon daarmede nog in zamenhang, en zoo in meerdere of mindere mate bevestigd, door vliezige plooijen, die eene voortzetting zijn van het algemeene vlies, het buikvlies (*peritonaeum*), dat den ligchaamswand van de binnenzijde bekleedt. Deze vliezige plooijen worden met den algemeenen naam van darmscheil (*mesenterium*), bestempeld. Somtijds heeft de spijsverteringszak of buis slechts eene enkele opening, die dan zoowel tot opneming der spijs als tot het uitwerpen der onverteerde overblijfsels daarvan dient; die opening is dan mond en aars beide, hoewel zij gewoonlijk met den eersten naam onderscheiden wordt. In andere gevallen, — en bij de hoogste vormen altijd, — is een afzonderlijke aarsopening aanwezig. Toch is het optreden van deze geenszins steeds een bewijs van eene algemeen hoogere bewerktuiging, daar zelfs bij overigens na verwante vormen een aars aan- of afwezig kan zijn, en deze aangetroffen wordt bij dieren die in alle andere opzigten lager staan dan andere die hem missen.

Doorgaans kan men aan den wand van de spijsverteringsbuis drie hoofdlagen onderscheiden, namelijk: 1° het buitenste omhullingsvlies, dat grootendeels uit bindweefsel bestaat en eene voortzetting is van hetzelfde vlies dat, als buikvlies, den inwendigen ligchaamswand bekleedt en, door tusschenkomst van het reeds genoemde darmscheil, zich als het ware rondom de spijsverteringsbuis voortzet; 2° het spiervlies, waaraan men ge-

meenlijk nog een dwarse en eene overlangsche laag kan onderscheiden, en 3° het inwendige bekleedingsvlies of epithelium, dat uit cellen is zamengesteld. De eerste dezer lagen dient eenvoudig tot steun, de tweede tot voortbeweging van den inhoud der buis, de derde eensdeels tot afscheiding van de voor de vertering noodige vochten, anderdeels tot opslorping van de door de spijsvertering uit het voedsel gevormde chyl. Overigens kunnen deze lagen of rokken in zeer ongelijke mate ontwikkeld zijn, zoodat dan eens de eene dan weder de andere het overwigt heeft, terwijl het ook niet aan gevallen ontbreekt, waarin een of twee dezer lagen, inzonderheid de beide buitenste, geheel afwezig zijn. Dergelijke verschillen treden reeds op aan onderscheidene afdeelingen van dezelfde spijsverteringsbuis, die elk eene bepaalde rol te vervullen hebben en dan ook zich dikwerf, — hoewel geenszins altijd, — door verschil in doormeter van de voorafgaande en volgende onderscheiden.

Meestal herkent men gemakkelijk drie hoofdafdeelingen: den slokdarm (*oesophagus*), de maag (*ventriculus*) en den darm (*intestinum*). De eerste is het toegangskanaal voor de spijs, die daardoor in de tweede, de maag, geraakt, waar de spijs in spijsbrei (*chymus*) veranderd wordt, d. i. waarin de voor de voeding geschikte stoffen, die in de spijs bevat zijn, in eenen voor de opslorping geschikten toestand worden gebragt. Dit geschiedt door de vermenging van het fijn verdeelde voedsel met het door het epithelium der maag afgescheiden maagsap. De hierdoor in de spijsbrei gevormde, voor de opslorping geschikte vloeistof draagt den naam van chyl (*chylus*). Deze opslorping zelve heeft dan plaats in de derde afdeeling, den darm.

Dikwijls echter laten zich aan elk dezer drie hoofdafdeelingen nog kleinere afdeelingen onderscheiden. Het vooreinde van den slokdarm heeft niet zelden eene aanzwelling, welke zich door den dikkeren gespierden wand, soms ook door het vermogen van zich uit en in te stulpen, in andere gevallen weder doordat het de zetel van een ademhalingstoestel is, van het

daarachter gelegen gedeelte des slokdarms onderscheidt. Dit aangezwollen vooreinde draagt dan den naam van slokdarmhoofd of ook wel dien van keel (*pharynx*). Aan den slokdarm zelven kan voorts eene uitzetting of eene blinde uitstulping voorkomen, die men krop (*ingluvies*) noemt. Wat de maag betreft, zoo kan ook deze nog uit twee of meer afdeelingen bestaan, die men als voormaag (*proventriculus*), chylmaag (*ventriculus chylificus*) enzv. onderscheidt. Van den darm wordt het laatste gedeelte, dat meer uitsluitend voor den uitvoer der onverteerde overblijfsels dient en met den aars eindigt, met den naam van endeldarm (*rectum*) bestempeld. Dikwijls is dit gedeelte zakvormig uitgezet. Niet zelden monden ook in het darmkanaal kortere of langere, blind toeloopende buizen of blinddarmen (*coeca*). Wat den aars aanbelangt, zoo kan deze zich hetzij regtstreeks buitenwaarts openen of wel in eene holte, waarin ook andere organen monden. Zulk eene gemeenschappelijke holte heet dan *cloaca*.

39. Behalve het reeds genoemde maag- en darmsap, dat door het maag- en darm-epithelium wordt afgescheiden, worden er meestal nog andere vochten met de spijsbrei vermengd en werken mede tot hare vertering. De bedoelde vochten worden afgescheiden door klieren, die buiten de spijsverteringsbuis gelegen zijn, maar wier uitlozingsbuizen daarin monden. De beide voornaamste en meest algemeen voorkomende zijn de speekselklieren (*glandulae salivales*) en de lever (*hepar*) Speekselklieren noemt men die klieren, welke haar afscheidingsprodukt uitstorten in de holte van den mond, van het slokdarmhoofd of van den slokdarm. Met den naam van lever worden gemeenlijk alle klierachtige organen bestempeld, die monden in de maag of in het vooreinde van den darm. Ten aanzien der door beiderlei klieren afgescheiden vochten, moeten wij hier echter doen opmerken, dat deze in scheikundige bestanddeelen geenszins altijd overeenstemmen met het speeksel en de gal der Gewervelde dieren, maar

integendeel, voor zoover men de scheikundige zamenstelling der eerste kent, zeer van die der laatste verschillen kunnen.

40. De door de spijsvertering gevormde chyl wordt door het ligchaam verspreid en in aanraking gebragt met de elementaire deelen der organen, die daaruit hun voedsel putten. Deze voor de voeding noodzakelijke verspreiding geschiedt nog op meer dan eene wijze, terwijl bovendien de chyl, eer zij de organen bereikt, nog meer of minder belangrijke veranderingen kan ondergaan. Is de ligchaamsholte tevens spijsverteringsholte, dan wordt die verspreiding meestal bevorderd door uit deze ontspringende, al of niet vertakte kanalen, die zich in de ligchaamszelfstandigheid verbreiden. Men noemt dit stelsel van holten en kanalen den gastrovasculairen of coelenterischen toestel. Deze komt voor in de geheele afdeeling der Coelenteraten en bovendien bij de Trematoden en, onder de Turbellarien, bij de Dendrocoelen.

Waar een afzonderlijke spijsverteringsbuis aanwezig is, kan de daarin bereide chyl door den darmwand heen in de algemeene ligchaamsholte geraken en daar tot voedingsvocht worden voor de andere organen, die desgelijks in die ligchaamsholte gelegen zijn of deze begrenzen. Dit voedingsvocht kan zich dan wel is waar langs min of meer vaste banen bewegen, maar die alleen aangewezen worden door de ruimten (*lacunae*), welke de organen en de deelen van organen tusschen elkander open laten. Vandaar de benaming van lacunaire vochtbeweging, die men daaraan geeft. Bereikt de bewerktuiging eenen iets hoogeren trap, dan wordt een gedeelte van het voedingsvocht besloten binnen buizen met eigene wanden, die men vaten noemt. Het daarin bevatte voedingsvocht wordt dan tot bloed. In zeer vele gevallen openen zich die vaten echter in de tusschenruimten der weefsels en organen. Men heeft dan eene in allerlei trappen voorkomende vereeniging van een bloedvaatstelsel en een lacunair stelsel, waaruit tevens blijkt, dat in zulke gevallen nog geen grens tusschen bloed en voedingsvocht

kan worden getrokken. Die grens treedt eerst op, wanneer het bloedvaatstel een geheel gesloten, in zich zelf terugkeerend geheel uitmaakt.

Zoowel het voedingsvocht als het daaruit gevormde bloed moet voortbewogen worden. De daartoe dienende middelen zijn van meer dan eenen aard. Reeds de zamentrekkingen van den ligchaamswand, van het darmkanaal en van andere organen veroorzaken eene plaatsverandering van het voedingsvocht, waarmede zij in aanraking zijn. Bij eenige dieren zijn deze de eenige oorzaken der beweging. In andere gevallen zijn het trilcilien of trilzoompjes, die aan de vochtbeweging eene bepaalde rigting geven. Zoodra het voedingsvocht echter in vaten besloten wordt, zijn er ook onder deze een of meer die zamentrekbare wanden bezitten. Zulke vaten, onverschillig of zij al dan niet zakvormig uitgezet zijn, vervullen dan de rol van hart, d. i. van een orgaan dat zich beurtelings actief zamentrekt en inkrimpt en zoo het bloed in eene bepaalde rigting voortstuwt, en zich dan weder uitzet en het bloed in zijne holte laat toevloeijen. Vaten die uit het hart ontspringen, d. i. het bloed in centrifugale rigting voeren, noemt men slagaderen (*arteriae*); vaten die het bloed naar het hart terug, dus in centripetale rigting voeren, heeten aderen (*venae*). Waar een gesloten bloedvaatstelsel bestaat, staan beide stelsels met elkander in verband door een haarvatennet (*rete capillare*) van meerdere of mindere uitgestrektheid, waarin de slagaderen eindigen en de aderen hun begin nemen. Zijn er behalve het eigenlijke hart, dat het bloed door het grootste gedeelte van het ligchaam rondstuwt, nog meerdere harten aanwezig, dan noemt men deze bijharten of hulpharten. Eindelijk onderscheidt men nog met den naam van bloedboezems (*sinus*) niet zamentrekbare holten, gevormd hetzij door sterkere uitzetting van de wanden van een of meer vaten, die zich derhalve er in openen, of door ruimten tusschen de weefsels, welke, althans gedeeltelijk, eigene wanden hebben en waarin zich het bloed verzamelen kan.

41. Bij alle dieren moet het voedingsvocht, zal het werkelijk voor de voeding geschikt zijn, zuurstof opnemen. Die opneming van zuurstof gaat steeds gepaard met eene uitscheiding van koolzuur, welke het produkt der stofwisseling is. Beiden vereenigd vormen wat men ademhaling noemt.

De wegen, langs welke de zuurstof in en het koolzuur uit het organisme geraakt, zijn velerlei. Daar de ademhaling in het wezen der zaak eene zuivere diffusie is, berustende op de eigenschap, die alle in water opgeloste gassen hebben, van er naar te streven, overal waar zij met elkander in aanraking komen of slechts door vochtige vliezen gescheiden zijn, elkanders plaats in te nemen, totdat er een zekere evenwigtstoestand is ontstaan, en die evenwigtstoestand bij de dieren nooit tot stand kan komen, zoolang zij leven, omdat voortdurend bij de stofwisseling koolzuur gevormd wordt, zoo is het duidelijk dat elke plaats van het ligchaam, hetzij uit- of inwendig gelegen, welke gelegenheid tot die diffusie aanbiedt, voor de ademhaling geschikt is. Vandaar dan ook dat, bij eene reeds op vrij hoogen trap geklommen organisatie, toch bijzondere ademhalingsorganen geheel kunnen ontbreken, indien het ligchaam slechts eene voldoende uit- of inwendige oppervlakte aanbiedt om die diffusie te doen plaats grijpen, en dat, waar zulke in het bijzonder met de ademhalingsverrigting belaste organen bestaan, deze in een morphologisch opzigt zeer van elkander kunnen verschillen, ook dan wanneer men gewoon is hen met denzelfden naam te bestempelen.

Men kan, wat de wijze betreft waarop de zuurstof der lucht in het dierlijk ligchaam treedt, tweederlei soort van ademhaling onderscheiden, namelijk de luchtademhaling en de lucht-waterademhaling. De eerste is voornamelijk eigen aan de in de lucht ademende dieren, de tweede aan de meeste dieren die in het water leven. In het wezen der zaak stemmen echter beide soorten van ademhaling geheel overeen. Hetzij de lucht regtstreeks ingeademd wordt en dan met de

van voedingsvocht doordrongen vliezen in aanraking komt, welke de ademhalende oppervlakte bekleeden, of dat de zuurstof des dampkrings zich eerst oplost in het water, waarin het dier leeft en zoo de ademhalingsorganen bespoelt of daarin binnentreedt, — altijd heeft de uitwisseling der beide gassen in hun opgelosten staat plaats. Het verschil bestaat alleen hierin: dat voor de in het water ademhalende dieren de zuurstof reeds in den opgelosten staat verkeert, wanneer zij met de ademhalende oppervlakte in aanraking komt, terwijl bij de luchtademhaling die oplossing nog eerst moet geschieden en tevens daarbij het in het voedingsvocht opgeloste koolzuur den gasvorm aanneemt. Zoo laat het zich ook begrijpen, hoe in sommige gevallen (eenige Crustaceën) dezelfde organen zoowel voor de ademhaling in de lucht als voor die in het water kunnen dienen.

Gewoonlijk bestempelt men de organen, door middel van welke de ademhaling in water geschiedt, met den algemeenen naam van kieuwen, wanneer zij zich aan de oppervlakte uitbreiden, en met dien van watervaten, wanneer zij zich als buizen binnenwaarts in het ligchaam vertakken, terwijl men de voor luchtademhaling dienende zakvormige organen longen, of, wanneer zij uit zich vertakkende buizen bestaan, luchtbuizen of tracheën noemt. Uit het gezegde volgt echter reeds dat men onder die namen geenszins altijd organen verstaat, die als in een morphologisch opzigt geheel gelijkwaardig kunnen beschouwd worden. Het zal integendeel beneden blijken, dat de ademhalingsorganen, die denzelfden naam dragen, tot verschillende organenstelsels kunnen behooren, waarvan zij de buiten- of binnenwaartsche uitbreidingen zijn, in dier voege dat zij door plooi- of takvorming eene vergroote oppervlakte aan de lucht of aan het luchthoudend water aanbieden. Bepaaldelijk zijn het de huid en het darmkanaal, welke het uitgangspunt dezer uitbreidingen zijn, en bij eene streng morphologische beschouwing zoude men dan ook de ademhalingsorganen in huidademhalingsorganen en darmademhalingsorganen kunnen

splitsen. Dan echter zoude men ook onder eerstgenoemden die ademhalingsorganen moeten begrijpen, welke door vormverandering of uitgroeijing aan ledematen zijn ontstaan, alsmede die welke de lucht in een eenvoudig stelsel van zich vertakkende buizen voeren. Een watervaatstelsel kan zoowel van het darmkanaal als van de huid uitgaan.

Overal waar zich een bloedvaatstelsel gedifferentieerd heeft, bestaat er tusschen dit en de ademhalingsorganen een naauw verband. Het bloed dat door laatstgenoemden is rondgestroomd, is rijker aan zuurstof en armer aan koolzuur geworden. Gewoonlijk bestempelt men het dan met den naam van slagaderlijk bloed, en datgene wat nog niet door de ademhalingsorganen gestroomd is, met dien van aderlijk bloed, maar die namen kunnen ligtelijk aanleiding tot verwarring geven, omdat niet zelden slagaders, d. i. vaten waarin zich het bloed van het hart af beweegt, aderlijk bloed, en daarentegen aderen, d. i. vaten, waarin het bloed naar het hart toestroomt, slagaderlijk bloed bevatten.

42. Reeds bij de ademhaling wordt eene stof, die het produkt der stofwisseling is, het koolzuur namelijk, uit het ligchaam verwijderd. Er zijn echter nog andere produkten der stofwisseling, die, in het ligchaam achterblijvende, schadelijk zouden werken en tot welker verwijdering of uitscheiding in den vasten of vloeibaren toestand bepaalde organen, de uitscheidings- of excretie-organen, dienen. In werkelijkheid gaat echter, even als in de ademhalingsorganen, de uitscheiding meestal nog gepaard met andere verrigtingen van hetzelfde orgaan, die eene geheel andere beteekenis hebben. Tusschen afscheidings- of secretie-organen en uitscheidings- of excretie-organen kan dan ook geen scherpe grens worden getrokken. Beide zijn klieren, maar de daardoor afgescheiden zelfstandigheid kan een mengsel zijn van deels voor het leven nuttige, deels schadelijke stoffen. Ook komen vele gevallen voor, waarin een excretie-orgaan tevens voor de invoering van water dient.

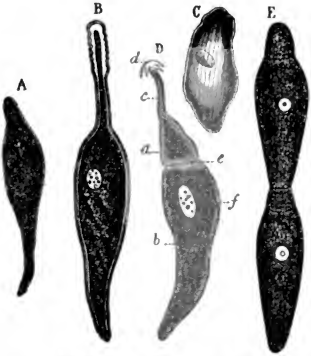
Op grond der analogie met de Gewervelde dieren kan men het voornaamste excretie-orgaan bij andere dieren ook nier en de uitgescheiden stof pis noemen, doch slechts in eenige gevallen is het gelukt daarin dergelijke zelfstandigheden (urinzuur en andere) aan te wijzen, als in de pis der Gewervelde dieren voorkomen.

Na dit algemeene overzigt der organen die voor de voedingsverrigtingen der dieren dienen, willen wij nu die der onderscheidene hoofdafdeelingen eenigzins meer in de bijzonderheden schetsen.

Protozoën.

43. De voedingswijze der Protozoën biedt in de onderscheidene klassen nog tamelijk groote verschillen aan.

Fig. 156.



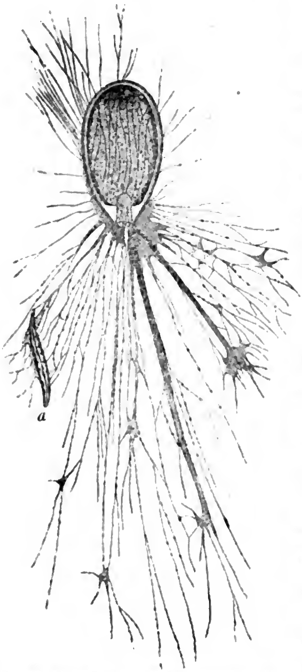
Verschillende vormen van Gregarinen.
A *Monocystis Lumbrici*;
B *Monocystis Aphroditae*;
C *Monocystis Serpulae*;
D *Stylorhynchus oligocanthus*;
E *Gregarina polymorpha*, geconjugeerd.
A, B, C naar Lankester, D, E, naar Stein.

De Gregarinen (fig. 156), die een op alle punten gesloten hulsel hebben, voeden zich alleen langs den osmotischen weg, even als de planten. Hier is derhalve de voeding een geheel passief verschijnsel en worden uitsluitend stoffen in vloeibaren toestand, te midden waarvan de dieren leven, opgenomen.

Reeds op eenen iets hoogeren trap staan ten dien aanzien de Rhizopoden. Hunne pseudopodiën (fig. 157 bij *a*) kunnen als tijdelijke grijporganen worden beschouwd, waarmede zij voorwerpen, die ten deele uit vaste stoffen (Diatomeën en andere lagere Algen, Infusoriën) bestaan, omhullen, als het ware omvloeijen, om deze

vervolgens bij de allengsche terugtrekking der pseudopodiën, in hunne ligchaamsmassa te doen dringen, waar de verteerbare stoffen, die daarin bevat zijn, allengs verdwijnen, terwijl de onverteerbare op eenig ander punt van het ligchaam weder worden uitgestoten. Hier heeft derhalve eene ware spijsvertering in haren eenvoudigsten vorm, d. i. te midden van het protoplasma, plaats. Toch bestaan hier nog graden. Bij vele Rhizopoden, — b. v. algemeen bij de Foraminiferen, — bestaat de geheele weeke ligchaamsmassa uit eene enkele zelfstandigheid, die overal gelijke eigenschappen bezit. Hier vangt derhalve de spijsvertering reeds aan, zoodra het voedsel door de pseudopodiën omhuld is. Andere Rhizopoden, *Amoeba* (fig. 158 volg. bl.), *Actinophrys*, *Actinosphaerium* e. a., bestaan uit tweederlei zelfstandigheden, de zoogenaamde s c h o r s of het e c t o s a r c en het zoogenaamde m e r g of het e n d o s a r c, en bij de zoodanigen moet het voedsel door de eerste of buitenste laag heen doordringen in het tweede, dat het binnenste en grootste gedeelte van het

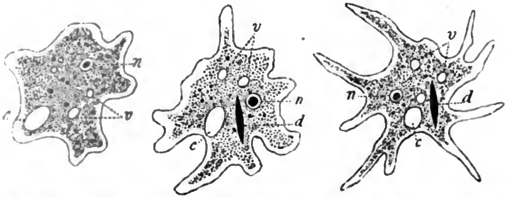
Fig. 157.



Gromia oviformis; *a* gevangen *Pleurosigma*. Naar MAX SCHULTZE.

ligchaam uitmaakt en de zitplaats van het spijsverteringsvermogen is. Wederom anders is het bij de Radiolariën (fig. 27, bl. 37);

Fgi. 158.



Amoeba radiosa, hetzelfde voorwerp in drie verschillende vormen. Bij 160-malige vergrooting. *n* kern; *c* contractile blaas; *v* vacuolen; *d* opgenomen *Navicula*.

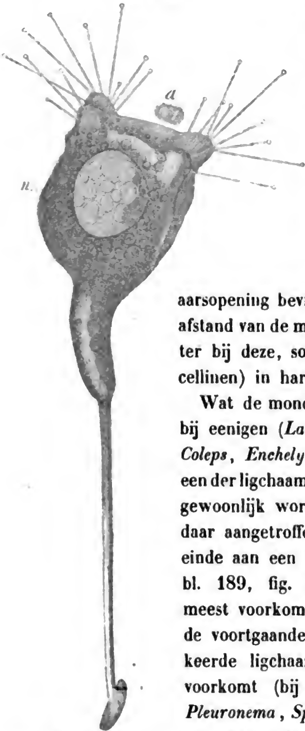
hier zetelt dit vermogen in de buitenste laag, terwijl er nimmer spijs den centraalkapsel binnentreedt.

De Acinetinen (fig. 159) kunnen in zekeren zin beschouwd worden als Rhizopoden, waarvan het ligchaam en de pseudopodiën met een dun en rekbaar vlies bekleed zijn, en die daardoor in zuigbuizen veranderd zijn, welke elk in een knopje of napje eindigen, dat zich tegen den ligchaamswand van het een of ander Infusiedier aanlegt, waarna de inwendige, zeer weeke ligchaamszelfstandigheid van het laatste, door de zuigbuis heen, in het ligchaam van den Acineet overgaat. Vermoedelijk bevindt zich dus aan elk zoodanig napje eene opening of mondje. zoo klein echter dat men dit niet regtstreeks waarnemen kan, en men zoude derhalve een Acineet in zekeren zin een veelmondig dier kunnen noemen. Eene bijzondere aarsopening ontbreekt daarentegen geheel.

44. Eene hoogere differentieering treedt op bij de eigenlijke Infusoriën. Indien men namelijk de parasitische Opalinen en nog eenige andere twijfelachtige vormen buitensluit, dan hebben alle Infusoriën eene mondopening. Zelfs bij de Flagellaten, althans bij *Euglena*, *Astasia* en verscheidene Monadiden, komt zij voor, ofschoon zoo klein dat daardoor alleen vloeibare spijs kan treden. Bij de Ciliaten echter wordt daardoor niet enkel vloeibare maar

ook vaste spijs opgenomen, terwijl de onverteerde overblijfsels het ligchaam verlaten door eene aarsopening, die wel is waar bij velen slechts herkenbaar is op het oogenblik dat daaruit drekstoffen naar buiten treden (fig. 162 bl. 189 en fig. 164 bl. 191), maar toch reeds bij zoo vele soorten in dien toestand is waargenomen, dat het vermoeden harer algemeenheid gewettigd is. Die aarsopening bevindt zich dan eens op grooten afstand van de mondopening, dan weder digter bij deze, soms (bij *Stentor* en de Vorticellinen) in hare onmiddellijke nabijheid.

Fig. 159.

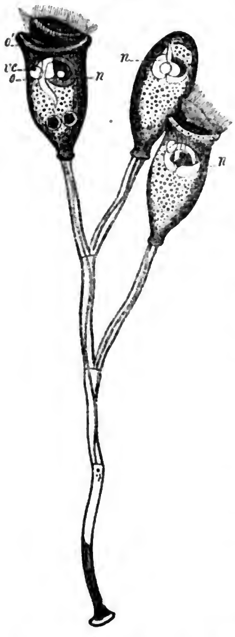


Podophrya quadripartita; *n* nucleus met embryones; *a* een der naar buiten getreden embryones. Naar CLAPARÈDE en LACHMANN.

Wat de mondopening betreft, zoo is deze bij eenigen (*Lacrymaria* (fig. 161 bl. 189), *Coleps*, *Enchelys*, *Prorodon*) wel is waar aan een der ligchaamseinden geplaatst, maar meer gewoonlijk wordt zij op eenigen afstand vandaar aangetroffen, hetzij digt bij het vooreinde aan een der ligchaamszijden (fig. 162 bl. 189, fig. 164 bl. 191), hetgeen het meest voorkomende geval is, of aan de bij de voortgaande beweging achterwaarts gekeerde ligchaamshelft, hetgeen zeldzamer voorkomt (bij soorten van *Paramaecium*, *Pleuronema*, *Spirostomum*). Deze mondopening kan ook nog in andere opzigten verschil aanbieden. Bij sommige Infusorien (*Amphileptus*, *Loxophyllum*), die ware roofdieren zijn, welke zich met andere kleinere Infusorien voeden,

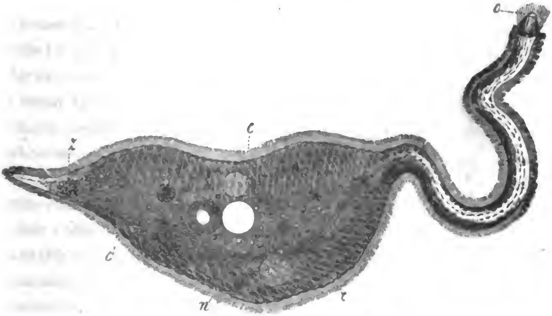
wordt de mond eerst zigtbaar op het oogenblik dat een prooi daardoor gegrepen wordt. Zoodra deze verzwolgen is, sluiten zich de mondranden of lippen weder, zoodat men den mond niet meer herkennen kan. Andere zulke roof-Infusorien (*Trachelius*, *Lacrymaria* (fig. 161) e. a.) hebben echter eenen mond die ook in den toestand van rust nog een kringvormige lip vertoont. Deze mond geeft toegang tot een langer of korter kanaal, dat voor sterke uitzetting vatbaar is en hetwelk men gewoonlijk **slokdarm** noemt, ofschoon een eigenlijk darmkanaal en daarmede ook een ware slokdarm bij de Infusorien ontbreekt, gelijk beneden nader blijken zal. Reeds bij sommige der bovengenoemde vormen vertoont die zoogenaamde slokdarm overlangs loopende plooijen. Dit maaksel leidt tot een ander, dat bij verscheidene soorten van Infusorien (*Chilodon* (fig. 162), *Prorodon*, *Enchelyodon* e. a.) wordt aangetroffen en daarin bestaat dat de binnenvlakte van den slokdarm geheel of ten deele gechitiniseerd is, waardoor een eigendommelijke grijp- en kaauwtoestel is ontstaan, die soms zelfs iets buiten de mondopening kan worden uitgestulpt. In eenige gevallen (*Chilodon*, *Chlamydodon* e. a.) bestaat die toestel uit op regelmatige afstanden overlangs geplaatste chitinestaafjes, die bij den doorgang der spijs uiteen wijken en vervolgens weder tot

Fig. 160.



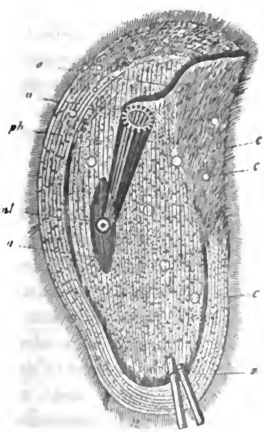
Carchesium Epistylis. Naar CLAPARÈDE en LACHMANN; *o'* peristomium; *o* slokdarm; *n* nucleus; *vc* contractile blaas.

Fig. 161.



Lacrymaria olor, naar CLAPARÈDE.
o mond; *c c* contractiele blazen; *n* nucleus; *z* aars.

Fig. 162.



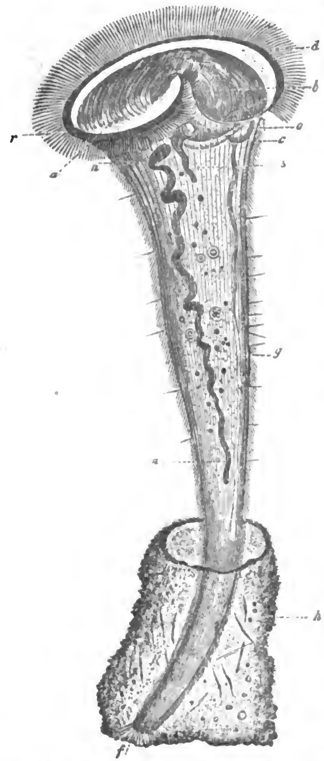
Chilodon cucullatus. Naar STEIN.
a lip; *o* mond; *ph* slokdarm; *c c c* contractiele blazen; *n* nucleus; *nl* nucleolus; *z* aars, waardoor twee kiezelschalen van Diamtomeën naar buiten treden.

elkander naderen, doch steeds den slokdarm uitgespannen en de mondopening open houden; in andere gevallen (*Nassula*, *Cyrtostomum*) worden deze vervangen door op een of twee rijen geplaatste borstelvormige tandjes.

Bij het groote meerendeel der Infusorien geschiedt echter de opneming van het voedsel niet door grijpen, maar op meer passieve wijze door de strooming, die door trilhaartjes wordt te weeg gebragt, waarmede een soort van lip bezet is. Deze lip omzoomt eene toegangsholte, den voormond (*peristomium*), in welks bodem de eigenlijke mond is gelegen (fig. 160, 163, 164).

De gedaante van dien voormond verschilt, even als ook zijne

Fig. 163.



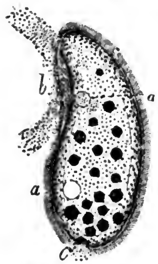
Stentor Roeselii, van de buikvlakte Naar STEIN.
a bd peristomium; *o* mond; *s* slokdarm; *c* contractiele blaas; *g* daaruit ontspringend kanaal; *n n* bandvormige nucleus; *h* huisel, *f* achtereinde des diers.

grootte en rigting. Meestal is hij meer of minder spleet- of zakvormig en schuins of spiraalsgewijs geplaatst. Ook in dit geval opent zich de mond in een korter of langer kanaaltje, een zoogenaamden slokdarm, die somtijds ook inwendig nog met trilhaartjes of trilzoompjes bezet is.

Een darmkanaal en zelfs eene eigenlijke ligchaamsholte, die tevens spijsverteringsholte is, ontbreken bij de Infusorien, tenzij men de binnenste ruimte, welke trouwens nimmer eene eenvoudige holte is, met dien naam wil bestempelen. Het binneneinde van het slokdarm genoemde deel opent zich namelijk regtstreeks in de binnenste zeer weeke ligchaamszelfstandigheid, het protoplasma,

dat vergelijkbaar is bij de zelfstandigheid, waaruit het weeke ligchaamsgedeelte der Foraminiferen geheel bestaat, en bij het endosarc van andere Rhizopoden. Het is te midden daarvan dat de vertering plaats grijpt. Zijn de als spijs opgenomen ligchaampjes betrekkelijk groot, gelijk b. v. de kiezelschalen van Diatomeën, dan verdringen deze eenvoudig een gedeelte van het weeke protoplasma en nemen tijdelijk zijne plaats in. Zijn de als spijs binnendringende ligchaampjes daarentegen zeer klein, dan ontmoeten zij in het protoplasma eenen zekeren weêrstand, waardoor zij zich, alvorens hunnen weg daarin te vervolgen, tot spijsballetjes vereenigen, die gewoonlijk eene bolvormige gedaante hebben (fig. 164). Natuurlijk zijn die spijsballetjes alleen dan duidelijk zigtbaar, wanneer zij zich, hetzij door verschil in lichtbreking of door kleur, merkelijk van het omringende protoplasma onderscheiden. Zeer in het oog vallend zijn zij bij de kunstmatige voedering der Infusorien met zeer fijn verdeelde kleurstoffen, zoo als indigo of karmijn, als waterverw. Ook gelukt het alsdan het best de plaats der aarsopening te herkennen, waardoor de dan eveneens gekleurde drekstoffen uittreden. Reeds hieruit blijkt dat de genoemde spijsballen zich in het protoplasma allengs voortbewegen. Die voortbeweging kan welligt ten deele worden toegeschreven aan de contractiele eigenschap van het protoplasma zelf, maar zeker ook ten deele aan de eenvoudige mechanische werking van den waterstroom, die den mond binnentreedt en eene voortstuwende werking uitoefent. Daardoor verklaart zich ook de kringbeweging langs de binnenvlakte van het ligchaampje, welke de spijsballen in sommige gevallen (bij *Paramaecium*) vertoonen.

Fig. 164.

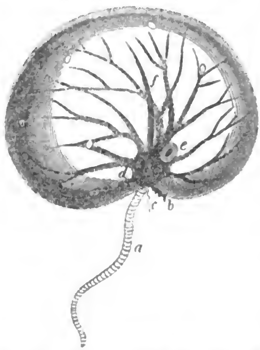


Paramaecium putrinum, met karmijn gevoederd. *a* contractiele blazen; *b* mond met de door den maalstroom medegesleepte kleurmoleculen; *c* aars.

Gemeenlijk is er geen spoor van iets, hetwelk aanduidt dat

de spijsballen eene vooraf door den aard van het protoplasma bepaalde vaste baan volgen. Zij vertoonen zich integendeel te midden daarvan dan eens hier en dan eens daar, even als de daarin optredende vacuolen; en in zekeren zin kunnen dan ook de spijsballen als met spijs gevulde vacuolen beschouwd worden. Toch bestaan er uitzonderingen op dien regel. Er zijn namelijk eenige weinige Infusorien (*Trachelius*, *Loxophyllum*), wier binnenste ligchaamszelfstandigheid nog uit tweederlei zelfstandigheden is zamengesteld, waarvan de eene zich als strengen of balken, uit een korrelig, bijna vloeibaar protoplasma bestaande, te midden der andere, die helderder en meer weerstandbiedend is, verbreidt. In deze korrelige strengen, die zich ook netsgewijs verbinden en vertakken, treedt de spijs en wordt dan door het korrelig protoplasma, dat zelf in beweging is, medegevoerd.

Fig. 165.



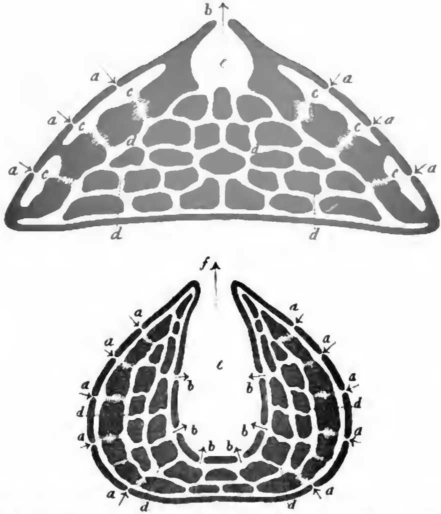
Noctiluca miliaris. *a* zweepvormig aanhangsel; *b* tand; *c* cilium; *d* korrelig sarcodeligchaam, vanwaar de protoplasmastrengen uitgaan; *e* kern; *f* groeve.

Dit maaksel is trouwens niet uitsluitend eigen aan sommige Infusorien; het wordt ook terug gevonden bij *Noctiluca* (fig. 165), welke zich echter van de Infusorien onderscheidt door de gedaante en het maaksel van den mond, die in eene indeuking gelegen is, aan welker binnenzijde zich een klein chitine-achtig uitsteeksel (*b*) met twee of drie spitsjes bevindt, dat welligt als een soort van tandtoestel kan beschouwd worden. Bovendien is in de mondholte een zeer fijn draadje (*c*) bevat, dat, als ware het een tongje, daaruit van tijd tot tijd te voor-

schijn komt en dan eene snelle, golvende beweging vertoont, die vermoedelijk de strekking heeft van kleine, in het water zwevende deeltjes naar de mondopening te voeren.

45. In weerwil dat de Sponsen algemeen veel grootere wezens zijn dan die, welke tot de overige klassen dezer afdeeling be-

Fig. 166.

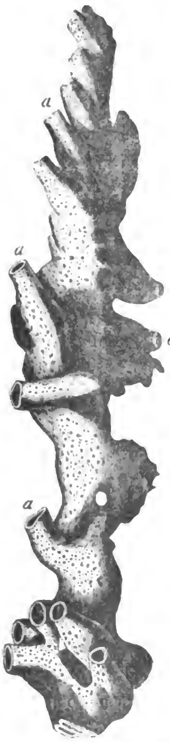


Schematische figuren van doorsneden, tot opheldering van het maaksel van Sponsen.
a a instroomingsopeningen; *b b* uitstroomingsopeningen; *c c* intermarginale holten; *d d* kanalen in het sponslígchaam; *e* cloacale holte; *f* algemeene uitstroomingsopening.

hooren, staan zij toch, wat de voor de opneming van spijs bestemde deelen betreft, op eenen merkelijk lageren trap dan de meeste Infusorien. Die opneming is eene geheel passieve. Het ligchaam van een spons (fig. 166) bestaat in het wezen

der zaak, — d. i. wanneer men het trouwens aan de voeding niet meer deelnemende skelet (bl. 33) buiten rekening laat, — uit een balkennet van sarcode of contractiel protoplasma, hetwelk zich nog hier en daar in wandlooze cellen scheidt. Dit balkennet begrenst wijdere en nauwere kanalen, die met elkander gemeenschap hebben en zich buitenwaarts aan de spons-oppervlakte openen. Gemeenlijk zijn er tweederlei openingen: kleinere, de zoogenaamde **porien**, waardoor het water intreedt, en grootere, de verkeerdelijk zoogenaamde **mondjes**, waardoor het water, na het kanalenstelsel doorloopen te hebben, dit weder verlaat en naar buiten treedt. Niet zelden openen zich laatstgenoemde in eene gemeenschappelijke holte, een soort van cloaca. Deze openingen kunnen zijn blijvende of tijdelijke. Zij zijn blijvende, wanneer de buitenvlakte der sarcode met eene cuticula bekleed is. In zeer vele gevallen echter komt deze niet voor en worden de plaatsen der openingen slechts aangewezen door de skeletbestanddeelen, die de sarcode aldaar steunen, maar welke laatste, tengevolge harer contractiliteit, den toegang tot het kanalenstelsel beurtelings openen en sluiten kan. Bij zulke Sponsen, wier skelet geheel of ten deele uit kiezel- of kalkspicula bestaat, nemen aan die opening en sluiting ook de spicula deel, welke in

Fig. 167.

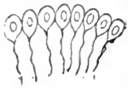


Gedeelte van *Axinella foveolaria*, iets verkleind. Naar O. SCHMIDT.
a a uitstroomingsopeningen.

de sarcode daar ter plaatse bevat zijn en gemeenlijk hunne spitse uiteinden, als ter verdediging en om een soort van zeeftoestel te vormen, naar de opening toekeeren.

De oorzaak der beweging, waardoor het omringende water met de hierin zwevende, zeer fijn verdeelde stoffen, die tot voeding van het sponsligchaam strekken, dit kanalenstelsel op een aantal plaatsen intreedt en er door rondstroomt, om het vervolgens weder op andere punten te verlaten, moet gezocht worden in de aanwezigheid van eigendommelijke cellen (fig. 168) die elk in een enkel lang trilhaar eindigen. Deze trilcellen zijn hier en daar verspreid, doorgaans groepsgewijs vereenigd tot zoogenaamde trilkorfjes. Zij komen vooral voor in het begin der kanalen, nabij de openingen, in de zich daaronder bevindende ruimten, die zich dikwijls door hare wijdte en regelmatige plaatsing van het overige holten- en kanalenstelsel onderscheiden en daarom met den naam van intermarginale holten bestempeld zijn.

Fig. 168.



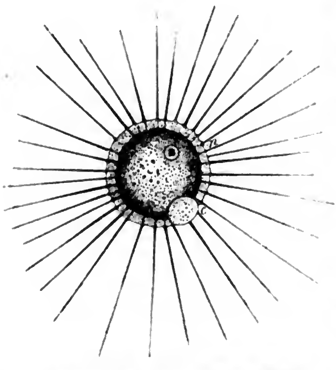
Cellen met trilciliën. Sterk vergroot.

Overigens bestaan er tusschen de onderscheidene soorten van Sponsen nog tamelijk groote verschillen in de algemeene gedaante en de meerdere of mindere regelmatigheid van dit kanalenstelsel, waaromtrent wij hier echter in geene bijzonderheden treden. Alleenlijk doen wij opmerken, dat dit kanalenstelsel eene toenadering is tot het coelenterische of gastrovasculaire stelsel der dieren, welke tot de volgende afdeeling behooren, waarvan echter de Sponsen in andere opzigten wederom te zeer afwijken om haar daarmede zonder eenig voorbehoud te vereenigen. (Verg. I^ste^ Afd. bl. 1514).

46. Uit het reeds gezegde volgt, dat de door de Protozoën opgenomen spijs altijd min of meer regtstreeks in het protoplasma geraakt en daar verteerd wordt. De in die spijs aanwezige voedende stoffen worden derhalve onmiddellijk tot een bestanddeel van dit protoplasma zelf, zoodat dus hier noch van chyl,

noch van bloed, noch van een eigenlijk voedingsvocht, — namelijk van een dat verschilt van het protoplasma-vocht, — sprake kan zijn. Tevens blijkt echter uit het reeds aangevoerde, dat dit protoplasma geenszins in rust is, maar in gestadige beweging verkeert. Deze beweging erkent men aan de dikwerf zeer lange pseudopodien der Foraminiferen, aan welker oppervlakte zich zeer kleine korreltjes, deels in centrifugale, deels in centripetale rigting, voortbewegen; voorts aan de beweging der spijsballen in het ligchaampje der Infusorien, die soms tot eene ware rondstroomende beweging wordt; alsmede aan de korrelige protoplasma-strengen in het ligchaampje van anderen, die, daar de korreltjes daarin allengs zich voortbewegen, ook als protoplasma-stroompjes kunnen beschouwd worden, welke vergelijkbaar zijn bij andere dergelijke stroompjes, die in de cellen van sommige planten (Diatomeën en andere lagere Algen, haren van eenige hoogere planten) worden waargenomen. Eindelijk bewijzen ook de contractieverschijnselen en het optreden en weder verdwijnen van vacuolen, dat het protoplasma der Protozoën eene in voortdurende beweging verkeerende zelfstandigheid is.

Fig. 169.

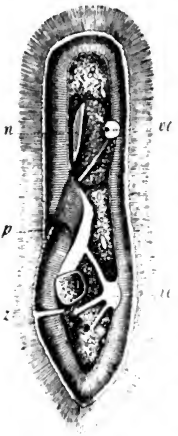


Actinophrys sol. n kern; c contractiele blaas.

Dat deze bewegingen, al kunnen zij bezwaarlijk vergeleken worden met de bewegingen van het bloed en van het voedingsvocht der hoogere dieren, toch met de voeding in verband staan en deze bevorderen, laat zich niet betwijfelen. Ook moet daardoor de opneming van zuurstof en de uit-

scheiding van koolzuur, met andere woorden de ademhaling, bevorderd worden, daar beurtelings verschillende deelen van het protoplasma meer nabij de oppervlakte of zelfs in onmiddellijke aanraking met het luchthoudend water komen. Dat ook de beweging der trilhaartjes aan de oppervlakte van het ligchaam der Infusorien en aan de binnenvlakte der kanalen in het sponsligchaam, daartoe medewerken, laat zich gemakkelijk inzien.

Fig. 170.



Paramaecium aurelia, met talrijke staafvormige ligchaampjes (trichocysten) onder de cuticula. Naar CLAPARÈDE en LACHMANN.

p slokdarm; *n* nucleus; *vc* contractiele blazen met stergewijze kanalen; *z* aars.

Slechts in bepaalde gevallen, namelijk bij alle ware Infusorien, maar bovendien bij sommige Rhizopoden (*Amoeba*, *Arcella*, *Difflugia*, *Actinophrys*, fig. 169) treden deelen op die als eigenlijke excretie-organen kunnen worden beschouwd. Steeds digt onder de ligchaamsoppervlakte en bij de een aars bezittende Infusorien gewoonlijk in de nabijheid van dezen, ziet men eene blaasachtige ruimte, die zich rythmisch zamentrekt en weder uitzet. Bij verscheidene soorten worden zelfs twee of meer dergelijke ruimten, of, — gelijk men haar gewoonlijk noemt, — contractiele blazen aangetroffen. In gunstige gevallen neemt men daaraan eene buitenwaartsche opening waar (O. SCHMIDT, STEIN, ZENKER, ROSSBACH). Toch is daaraan geen eigen wand onderscheidbaar; op het oogenblik der volkomen zamentrekking houdt de blaas zelfs meestal op zigtbaar te zijn, en bij de daarop volgende uitzetting gedraagt zij zich geheel als andere ruimten of vacuolen, die op andere punten in het protoplasma ontstaan en allengs grooter worden. Alleen geschiedt hier de aanzwelling sneller en na min of meer regelmatige tusschentijden. Bij ver-

schillende soorten van Ciliaten wisselen deze tusschentijden van 4 seconden tot een minuut en nemen regelmatig in duur af, naar gelang de temperatuur stijgt (Rossbach 1)). Meestal heeft deze zoogenaamde blaas ook de ronde of eironde gedaante, die aan vacuolen in het algemeen eigen is; maar toch zijn er gevallen, waarin haar maaksel iets zamengestelder wordt. Bij eenige Infusorien (*Nassula*, *Enchelyodon* e. a.) staan kleinere ronde blaasjes rosetsgewijs rondom de grootere en trekken zich gelijktijdig met dezen zamen. Deze vorm leidt tot die (bij *Paramaecium* (fig. 170), *Ophryoglena* e a.), waar uit de blaas eenige stersgewijs geplaatste korte kanaaltjes komen. Het getal dezer kanaaltjes verschilt; terwijl het bij *Paramaecium* 8 tot 10 bedraagt, kan het bij *Bursaria flava* volgens Stein tot 30 en bij *Cyrtostomum leucas* zelfs nog hooger stijgen. In de genoemde gevallen strekken die kanaaltjes in den toestand van uitzetting zich slechts tot op geringen afstand van de blaas uit en verdwijnen met deze bij de zamentrekking. Er komen echter ook Infusorien voor (*Climacostomum*, *Spirostomum*, *Stentor*, fig. 163, bl. 190), bij welke slechts een of twee, maar dan zeer lange kanalen in de contractiele blaas monden; soms (bij *Stylonychia mytilus*) zijn die kanalen parelsnoervormig. Ook zij verdwijnen in hun geheel op het oogenblik der zamentrekking, maar om vervolgens weder telkens, — even trouwens als de contractiele blaas en hare aanhangsels in het algemeen, — op dezelfde plaats te voorschijn te komen.

Dat dit orgaan een excretie-orgaan is, waardoor het overtollige water en daarmede voorzeker tevens eenige produkten der stofwisseling uit het ligchaam worden verwijderd, laat zich bezwaarlijk betwijfelen. Het is het allereerste beginsel van het orgaan, dat men gewoon is de n i e r te noemen. De vraag blijft echter, of het ook nog eene andere verrigting heeft, namelijk van water

1) *Die rhythmischen Bewegungserscheinungen der einfachsten Organismen*, in *Verh. d. Würzburger phys.-med. Gesells.* Neue Folge, 1872 Bd. II.

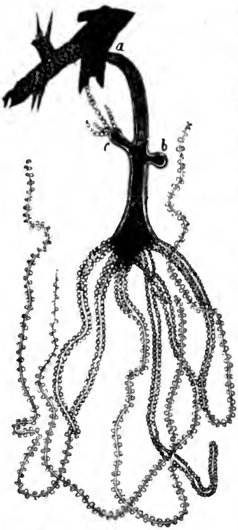
op te nemen, zoodat men hier tevens ook het eerste beginsel van een watervaatstelsel zoude hebben, gelijk dit bij andere dieren voorkomt en dat bij eenigen, bepaaldelijk bij vele Weekdieren, — zoo als beneden nader blijken zal, — met de nier, die ook daar een contractiel orgaan is, in verband staat. Ons schijnt dit gevoelen, dat door sommigen wordt voorgestaan, minder aannemelijk toe. Met het voedsel treedt steeds eene ruime hoeveelheid water binnen, dat zich regtstreeks met het protoplasmavocht vermengt, en wanneer men Infusorien met fijn verdeelde kleurstoffen voedert, dan dringen nimmer eenige der kleurmoleculen, hoe klein deze ook zijn, in de contractiele ruimten, iets dat toch waarschijnlijk wel van tijd tot tijd het geval zoude zijn, indien daarin water van buiten intrad.

Coelenteraten.

47. Bij alle Coelenteraten bestaat eene spijsverteringsholte, maar die niet onderscheiden is van de ligchaamsholte, waartoe eene opening, welke mond en aars tevens is, toegang geeft. Uit de spijsverteringsholte, die men gewoonlijk maag noemt, of uit een daarvan afgesnoerd gedeelte, komen kanalen, die zich, gewoonlijk ten getale van 4, 6, 8 of een meervoud daarvan, straalsgewijs door de ligchaamszelfstandigheid en in de aan het ligchaam ontspringende aanhangsels (vangarmen, voelers) uitstrekken. Deze kanalen kunnen zijn zakvormig of buisvormig, enkelvoudig of vertakt; dan eens worden zij vertegenwoordigd door eenige weinige groote ruimten, dan weder vormen zij een net met een groot aantal mazen. Met één woord, het aantal, de betrekkelijke wijdte en de wijze van verdeeling dezer kanalen kunnen velerlei verschil aanbieden, maar toch openbaart zich in dit maaksel steeds eene wezenlijke overeenstemming. Men bestempelt het met den naam van coelenterischen toestel of van gastrovasculair-stelsel, omdat de elders gescheiden spijsverterings- en vaatstelsels hier een enkel zamen-

hangend geheel uitmaken. De in de maagholte gevormde spijsbrei of chymus kan regtstreeks in het genoemde kanalenstelsel treden, dat daarvan als het ware slechts eene uitbreiding is, en zoo zich door de overige ligchaamszelfstandigheid verdeelen, die daaruit haar voedsel put. Inwendig is zoowel de maagwand als de wand der kanalen bekleed met een trilepithelium, waardoor het daarin bevatte vocht in strooming gebragt wordt. Bovendien wordt zijne voortbeweging en verplaatsing van het eene ligchaamsgedeelte naar het andere nog bevorderd door de zamentrekking der deelen waarin het zich verbreidt, inzonderheid der vangarmen. Wanneer deze zich terugtrekken, wordt het daarin bevatte vocht naar de binnenwaartsche gedeelten van het stelsel gedreven, terwijl het hieruit weder daarheen terugkeert, wanneer de vangarmen zich uitstrekken. Reeds hieruit blijkt, dat het gastrovasculair-stelsel niet enkel een voedingstoestel is, maar dat het ook tot het strekken en verstijven van zekere ligchaamsdeelen medewerkt, op eene dergelijke wijze als ook bij andere dieren (Echinodermen, Mollusken) door het binnentreden van water geschiedt. Werkelijk is dan ook dat stelsel van holten en kanalen tevens als een watervaatstelsel te beschouwen. Het door den mond met de spijs opgenomen water dringt daarin mede door en maakt steeds een aanmerkelijk deel van het daarin bevatte vocht uit. Zoo wordt

Fig. 171.



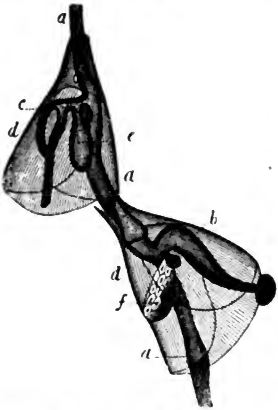
Hydra viridis, 20 maal vergroot. Naar Milne Edwards.

a zuigschijf; *b* knop die zich begint te vormen; *c* een jong individu, verder in ontwikkeling gevorderd.

het ook duidelijk, hoe dit stelsel bovendien voor de ademhaling dient. De uitvoer kan weder door den mond geschieden of, in sommige gevallen, door kleine openingen aan de ligchaamsoppervlakte. Voegen wij hier nu eindelijk nog bij, dat dit gastrovasculair-stelsel ook in zeer velen gevallen de zetel van de zich vormende geslachtsprodukten is, dan blijkt, dat daarin eene reeks van verrigtingen vereenigd zijn, waartoe bij hoogere dieren afzonderlijke organen dienen.

Overigens treden in het maaksel van dit stelsel nog eenige verschillen op, die kenmerkend zijn voor de onderscheidene groepen der Coelenteraten, en die wij hier nog kortelijk willen vermelden.

Fig. 172.



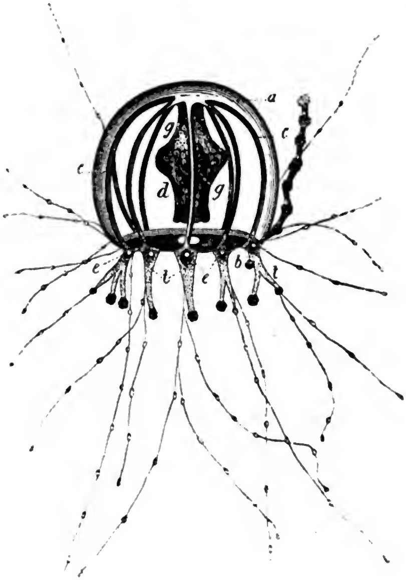
Gedeelte van een stok van *Diphyes gracilis*. Vergroot. Naar GEGENBAUR.

a a a stam; *b* voedingspolypoid; *c* taster; *d* dekstuk; *e* mannelijke medusoid; *f* vrouwelijke medusoid.

In den eenvoudigsten toestand vertoont zich het gastrovasculair-stelsel bij *Hydra* (fig. 171) en bij eenige verwante polypvormige voedsters van Hydromedusen. Hier is het ligchaam een eenvoudige zak, uit welks vooreinde kanalen komen die zich in de vangarmen uitstrekken. Blijven, gelijk bij laatstgenoemden meestal het geval is, vele individu's tot een gemeenschappelijken stok vereenigd, dan staan de ligchaamsholten of magen van deze allen in onderling verband door kanalen, die uit hunne achtereinden ontspringen en zich door den stam en zijne takken verbreiden. Het gastrovascultair-stelsel is alsdan hun gemeenschappelijk eigendom. Dit laatste is ook het geval bij de zich vrij

bewegende kolonien der Siphonophoren (fig 172 vor. bl.), die uit veelvormige individu's bestaan, welker gastrovasculair stelsels alle monden in den stam, die dikwijls (met uitzondering der Velelliden) eene groote mate van zamentrekbaarheid bezit, waardoor

Fig. 173.



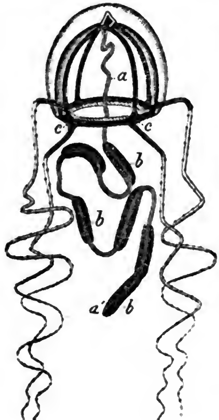
Cladonema radiatum.

a scherm; *b* randzoom; *c c* radiale kanalen; *d* mondsteel; *e* oogstippen; *g* voorttelings-organen in de wanden van de maag; *l* voelers.

de verplaatsing van het daarin bevatte vocht naar het een of het ander deel der kolonie met kracht kan geschieden. Eenige

der individu's (*b*) zijn bepaaldelijk belast met de voeding der kolonie. Zij vertoonen zich als kortere of langere, min of meer peervormige zakken, met eene mondopening die zich trompetvormig verwijden kan, en gelijken eenigzins op een hydroidpolyp zonder vangarmen. Men onderscheidt hen daarom met den naam van voedings-polypoiden. Echter kan men hen welligt met nog meer grond vergelijken bij de vrij in de schermholte puilende maagzakken of maagstelen van vele lagere Medusen (fig. 173 en 174). De verspreiding der gastrovasculair-kanalen in de zoogenaamde zwemklokken en dekstukken, komt daarentegen na overeen met die in het scherm der Medusen, zoodat men derhalve laatstgenoemde deelen als Medusen-schermen zonder maagzakken, en de voor de voeding dienende individu's als maagzakken zonder scherm kan beschouwen.

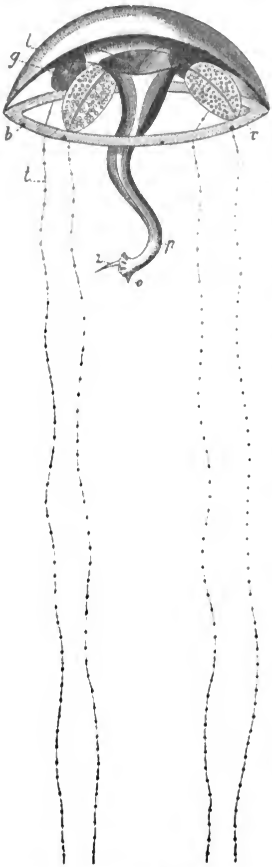
Fig. 174.



Sarsia strangulata ALLM. *a a'* mondsteel; *b b b* mannelijke voorttelings produkten tusschen ectoderm en endoderm van den mondsteel; *c c* oogstippen.

Het gastrovasculair-stelsel der Medusen vertoont bij algemeene overeenstemming in zijne hoodbestanddeelen, toch ook niet onbelangrijke verschillen. Bij vele, meerendeels kleinere vormen van Medusen (*Oceanidae*, *Cladonemidae*, *Zancleidae*), die zich, als vrij wordende voorttelings-individu's, aan de koloniën van Hydroidpolypen ontwikkelen, puilt de maagzak in de meestal door een zeer bol scherm overwelfde holte, waarin hij hangt als de klepel van een klok (fig. 173). Soms (bij de *Sarsiadae*, fig. 174) bereikt hij eene zeer aanmerkelijke lengte en kan zich dan ver buiten het scherm uitstrekken.

Fig. 175.



Glossocodon (Liriope) eurybia. Naar HAECKEL.

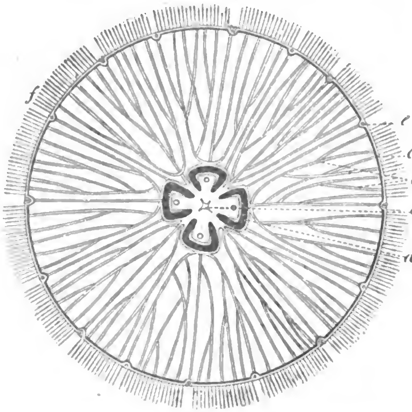
l scherm; *v* randzoom (*velum*); *b* randblaasjes; *g* genitaalplaten, ter weerzijde der radiale kanalen; *p* mondsteel; *o* mond; *z* tong; *t* voeldraden.

Op het punt waar deze maagzak met het scherm zamenhangt, kan door zamentrekking van zijn wand, eene insnoering ontstaan, waardoor de holte des maagzaks gescheiden is van de daarachter gelegen kleine holte, waaruit de radiale kanalen komen, die, nabij de binnenvlakte des scherms verloopende, zich niet of bijna niet vertakken en uitloopen in een ringkanaal dat zich nabij den schermrand bevindt.

Schijnbaar hiermede overeenkomende, maar er wezenlijk van verschillende is de lange mondsteel der Geryoniden (fig. 175). In dien mondsteel zet zich namelijk de zelfstandigheid van de ondervlakte van het scherm voort en komt uit den mond nog als een dun en spits tongje (*z*) te voorschijn. Nabij het einde van dien steel, rondom het genoemde tongje, bevindt zich de maagholte, en van daar uit gaan de kanalen door den mondsteel naar boven en verbreiden zich vervolgens straalsgewijs in het scherm. Uit het ringvat, waarin zij uitloopen,

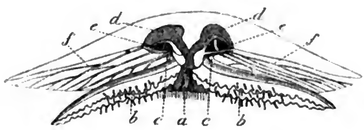
komen in centripetale rigting, eenige blind eindigende kanaaltjes.

Fig. 176.



Aurelia aurita, van de mondvlakte gezien, na verwijdering der vangarmen. Verkleind.
a mond; *b* gastrovasculair-kanalen; *c* ringkanaal; *d* kamers der ligchaamsholte; *e* randligchaampjes *f* voeldraden.

Fig. 177.

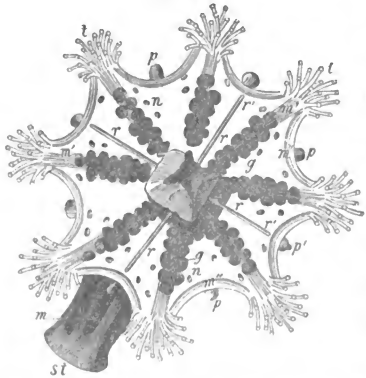


Dezelfde in ideale loodregte doorsnede, *a* mond, *b b* armen met eijer-zakken, *c c* hunne wortels; *d d* twee der vier kamers van de ligchaamsholte; *e e* plaats der zich daarin vormende voortteelingsorganen; *f f* grastrovasculair-kanalen

Bij de overige, hoogere Medusen (fig. 176 en 177) puilt de

mond, hetzij niet of slechts weinig naar binnen in de schermholte, maar geeft onmiddellijk toegang tot de maagholte, welke in de schermzelfstandigheid zelve gelegen en als het ware eene uitholing daarin is. Daaruit ontspringen nu de radiale kanalen, hetzij onmiddellijk als naauwe vaten of als wijde zakvormige holten, ten getale van 4 (*Aurelidae*, *Charybdæidae*) of een meervoud daarvan (*Pelagidae*), waaruit dan vervolgens meest dunne, zich verderop nog vertakkende kanalen hunnen oorsprong nemen, die zich ten slotte, nabij den schermrand, weder tot een ringvat vereenigen. Uit dit ringvat komen dan de kanalen, die naar de holle voelers gaan.

Fig. 178.



Lucernaria octoradiata, met het uitgebreide scherm, van de mondzijde gezien; vergroot. Naar KEFERSTEIN.

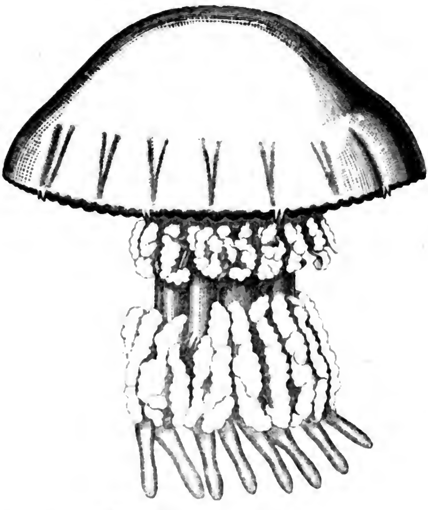
St steel; *t* voelers op de acht armen; *p* randpapillen, waarvan eenigen (*p'*) aan de spits een hoopje netelcellen dragen; *n* hoopjes van netelcellen in den zwemzak; *o* vierhoekige mondbuis; *r* de vier vergroeijingsstrepen of tusschenschotten; *r'* ringkanaal; *g* voorttelings-organen; *m* overlangsche spieren in den steel; *m'* straalsgewijze spieren in den zwemzak; *m''* kringspieren langs den rand van den zwemzak.

Het is duidelijk dat, naarmate de kanalen wijder, meer zakvormig worden, de hen scheidende tusschenzelfstandigheid meer en meer in dikte afneemt, totdat deze ten slotte bij eenigen zich nog slechts als dunne tusschenschotten vertoont. Aan zulke vormen sluiten zich dan de Lucernarien (fig. 178). In den zoogenaamden kelkwand van dezen, welke geheel vergelijkbaar is bij het scherm eener Meduse, bevinden zich vier straalsgewijs geplaatste ruime holten, die door desgelijks straalsgewijs geplaatste

tusschenschotten gescheiden zijn. Elk dezer holten of zakken staat door eene spleetvormige opening met de maagholte in gemeenschap. Daar de genoemde tusschenschotten zich niet tot aan den rand toe voortzetten, zoo blijft ook hier een ringkanaal open, waarin alle vier de holten monden.

Schijnbaar zeer afwijkend van het maaksel der overige Medusen is dat dergenen die de groep der *Polystomidae* vormen (fig. 179). Bij dezen is de mond niet eene enkele opening; maar in den

Fig. 179.

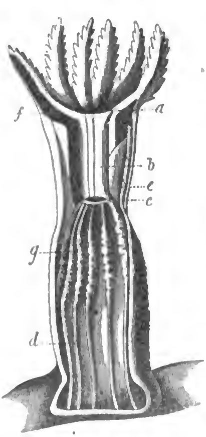


Rhizostoma Cuvierii. Halve grootte.

omtrek der plaats, waar bij andere hoogere Medusen zich de mond bevindt, staan vier tot acht mondsteelen of mondbuizen, die zich doorgaans nog vertakken, en aan het einde van elken tak is dan eene spleetvormige of ronde opening, die voor opneming van het

voedsel dient. De verklaring van dit zonderling maaksel is, dat deze mondbuizen moeten beschouwd worden als beantwoordende aan de vangarmen, welke bij andere Medusen (*Aurelidae*, *Pelagidae*) rondom den mond geplaatst en doorgaans breed, vliezig, niet zelden vertakt zijn (fig. 177*bb* bl. 205). Door onderlinge vergroeijing der randen van deze vangarmen en van hunne lobben, met openlating van enkele plekken, die later als monden kunnen dienen, zouden dergelijke mondbuizen als die der *Polystomidae* ontstaan.

Fig. 180.



Polyp van *Cornularia crassa*, overlangs geopend. Naar Milne Edwards.
a mond; *b* maagzak; *c* opening daarvan in de ligchaamsholte; *d* mesenteriaalplooijen; *e* een gedeelte van een mesenteriaalplooi tusschen den maagzak en den ligchaamswand; *f* voortzetting van een der kamers in een vangarm; *g* eijertrossen; *h* openingen van uit de ligchaamsholte in den algemeenen stok.

Dat deze verklaring de ware is, blijkt daaruit, dat de Polystomiden in den jeugdigen toestand werkelijk eenen enkelvoudigen met vangarmen omzetten mond hebben (Fr. Müller, Agassiz). De holten dezer mondbuizen openen zich in eene dergelijke maagholte als bij de overige Medusen, en het daaruit ontspringend radiale gedeelte van het gastrovasculair stelsel bestaat uit kanalen, die zich sterk vertakken en zich nabij den omtrek van het scherm tot een uit talrijke mazen bestaand net verbinden.

48. In overeenstemming met de schijf- of klokvormige gedaante van het scherm der Medusen, is bij dezen het radiale gedeelte van het gastrovasculair-stelsel, dat zich daarin verbreidt, als het ware in de breedte ontwikkeld. Denkt men zich nu een Medusa-scherm meer in de lengterigting uitgerekt, terwijl tevens een gedeelte van de zelfstandigheid van het scherm op bepaalde afstanden rondom de straal-

kanalen verdwenen is, en men verkrijgt een vorm die in de hoofdpunten beantwoordt aan het maaksel van een dier uit de klasse der Anthozoën. Bepaaldelijk zijn het de Medusen uit de groepen der Charybdaeiden en der Lucernarien, d. i. diegenen, bij welken het radiale gedeelte van het gastrovasculair-stelsel uit wijde zakken, door dunne tusschenschotten gescheiden, bestaat, welke dien overgang duidelijk maken.

Bij de Anthozoën (fig. 180, 181 en 182) geleidt namelijk een ronde of spleetvormige mond in een maagzak, die zich achterwaarts in de ligchaamsholte opent en van deze door eene tijdelijke insnoering, een soort van sphincter, kan gescheiden worden. Van den binnenwand der ligchaamsholte komen straalsgewijze plooijen, de mesenteriaalplooijen geheeten, ten getale van 8 in de groep der Alcyonarien en van 6 of een meervoud daarvan in de groep der Zoantharien. De voorwaartsche voortzettingen dezer mesenteriaalplooijen strekken zich tusschen den maag- en ligchaamswand als even zoo vele tusschenschotten uit, waardoor het ligchaam daar ter plaatse in een gelijk getal van kamertjes verdeeld is. Deze kamertjes

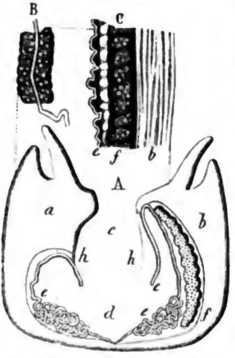
Fig. 181.



Dwarse doorsnede van een der polypen van *Paralcyonium elegans*, op de hoogte van den maagzak.

Naar MILNE EDWARDS.

Fig. 182.



A Ideale overlangsche doorsnede van *Cereus coriaceus*. Naar LEUCKART.

a en *b* mesenteriaalplooijen; *h h* wanden van den maagzak; *c* maagholte; *d* ligchaamsholte; *e* mesenteriaaldraden; *f* voorttellingsorganen.

B mesenteriaalplooi van de binnenzijde gezien, met de ter weerzijde geplaatste eijeren.

C ligchaamswand in doorsnede; *b* spierlaag; *f* eijeren; *e* mesenteriaaldraad.

openen zich dan nog verder voorwaarts in de vangarmen, die zelve alle hol zijn. Dit stelsel van met elkander en met de maag in gemeenschap staande holten beantwoordt derhalve geheel, wat de hoofdpunten betreft, aan het boven geschetste gastrovasculair-stelsel van sommige Medusen. De maag, ofschoon een tamelijk dunwandige zak, die van het overige ligchaam gescheiden is, is daarom nog volstrekt niet vergelijkbaar met het vrije spijsverteringskanaal der hoogere dieren, maar maakt inderdaad nog slechts de toegangsholte tot het algemeene gastrovasculair-stelsel uit, evenals bij andere Coelenteraten. De genoemde kamertjes, waarin de ligchaamsholte verdeeld is, zijn geheel vergelijkbaar bij de zakvormige radiale kanalen van sommige Medusen, en de benaming van mesenteriaalplooijen, welke hier aan de tusschenschotten gegeven wordt en alleen berust op eene schijnbare overeenkomst met de ware mesenteriaalplooijen, waardoor bij hoogere dieren het vrije darmkanaal bevestigd wordt gehouden, is, streng genomen, eene ongepaste.

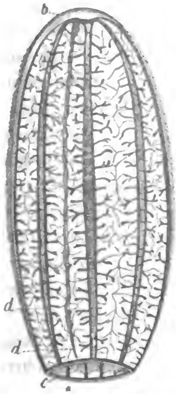
Toch zijn er eenige punten waardoor zich het gastrovasculair-stelsel der Anthozoën van dat der Medusen onderscheidt. Vooreerst heeft het, behalve den mond, nog andere naar buiten voerende openingen. Deze openingen zijn deels zeer klein en aan de ligchaamsoppervlakte en aan de vangarmen verspreid. Zij worden eerst zigtbaar op het oogenblik dat daaruit het in de ligchaamsholte en hare kamertjes bevatte vocht naar buiten treedt, hetgeen geschiedt wanneer het ligchaam en de vangarmen zich zamentrekken. Breiden deze zich vervolgens weder uit, dan treedt het omringende water door den mond en welligt ook door die kleine openingen weder naar binnen, en daardoor verkrijgt het ligchaam weder zijnen vorigen omvang en stijfheid.

Dat deze kleine, verspreid staande openingen eenigermate vergelijkbaar zijn bij de zoogenaamde porien der Sponsen (bl. 194) is niet te miskennen.

Doch behalve dezen komen bij sommige Anthozoën nog andere, grootere, naar buiten voerende openingen voor. Men treft eene

zoodanige aan bij sommige enkelvoudige, alleen met het achtereinde des ligchaams in het zeeslib stekende Zoantharien (*Peachia*, *Cereanthus*). De opening bevindt zich hier juist tegenover den mond. Zij kan echter geenszins als een aars worden beschouwd, evenmin trouwens als eene dergelijke opening die aan het achtereinde des ligchaams van *Hydra* voorkomt. Zij is niet anders dan het uiteinde der ligchaamsholte, die ook bij alle andere zamengestelde, d. i. tot een stok vereenigde Anthozoën achterwaarts open is, maar zich bij dezen voortzet in een stelsel van kanalen, welke zich door het de individu's verbindende coenenchym verbreiden en zich daarin nog op onderscheidene wijzen vertakken, zoodat het geheele nog levende gedeelte van den stok kan gevoed worden door het vocht hetwelk uit de ligchaamsholten der verschillende individu's daarheen stroomt. Bij eenige Alcyonarien, uit de groep der Pennatuliden, waar deze kanalen een zeer regelmatig beloop hebben, vereenigen zij zich weder tot eene wijdere ruimte, die door eene opening buitenwaarts uitmondt.

Fig. 183.

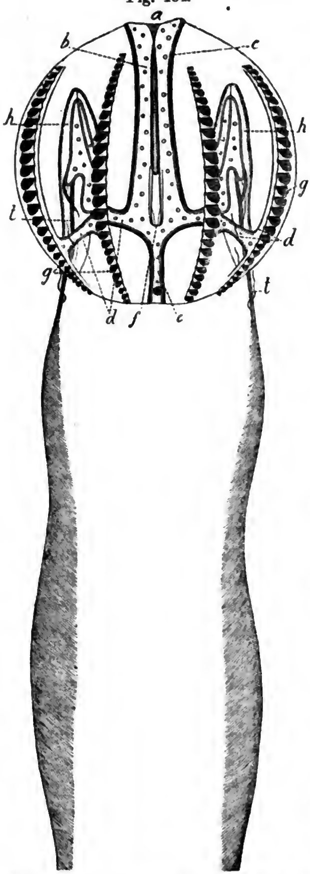


Beroë Forskalii. Naar MILNE EDWARDS.

a mondpool; *b* trechterpool; *c* ringkanaal; *d d* gastrovasculair-kanalen.

49. Evenals de gastrovasculair-toestel der Anthozoën in de hoofdpunten van zijn maaksel kan herleid worden tot dien van sommige Medusen, evenzoo laat zich ook de gastrovasculair-toestel der Ctenophoren vergelijken met dien van andere vormen van Medusen. Bij de Ctenophoren moet men tweederlei hoofdvormen onderscheiden. Eenigen (*Eurystomata*, fig. 183) hebben een zeer wijden, voor groote uitzetting vatbaren mond en eene zeer ruime maagholte. Bij verreweg de meesten (*Stenostomata*, fig. 184 en 185 volg. bl.) is echter de mondopening klein en

Fig. 184.



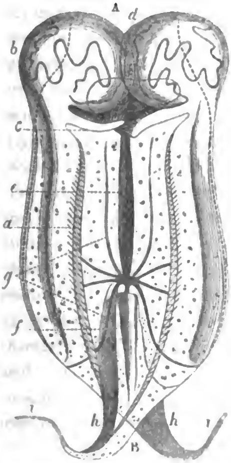
voert in eene desgelijks naauwe maagholte. In beide gevallen worden de wanden der maagholte gevormd door de ligchaamszelfstandigheid, waarin zij als het ware uitgehold is. Deze maagholte voert in eene tweede mede in de as gelegen holte, die den naam van **trechter** heeft ontvangen, en het is daaruit, dat de gastrovasculairkanalen kunnen oorsprong nemen. Dit maaksel nu stemt in hoofdzaak overeen met dat van sommige der lagere Medusen (*Oceanidae* enzv.), bij welke de radiale kanalen eveneens ontspringen uit een kleine achter den maagzak gelegen holte (bl. 204). Denkt men zich het scherm van zulk eene Meduse weg, en men heeft het ligchaam van een Ctenophoor in zijne hoofdtrekken. De kleine genoemde holte beantwoordt aan den trechter. Bij de Anthozoën wordt dit

Pleurobrachia (Cydippe) rhododactyla; bij viermalige vergrooting. Naar AGASSIZ.
a mond; *b* maagzak; *c* ligchaamsholte; *d* zijdelingsche takken daarvan; *e* achterste voortzetting daarvan of trechter; *f* spleetvormige opening in den bodem des maagzaks; *g* rijen van zwemplaatjes; *h* zakvormige ruimten, waarin de vangdraden ontspringen; *t* vangdraden.

zelfde deel vertegenwoordigd door de achter de maag gelegen ligchaamsholte.

Echter staan de Ctenophoren in het algemeen op een hoogeren trap van bewerktuiging; en dit verkondigt zich ook in hun gastrovasculair-stelsel, dat in de onderscheiden groepen nog verschillen aanbiedt, die in overeenstemming zijn met de tamelijk verschillende ligchaamsgedaante van de tot deze klasse behoorende soorten, waaromtrent wij naar de 1ste Afdeeling (bl. 1297 en volg.) verwijzen. Gewoonlijk ontspringen de radiale

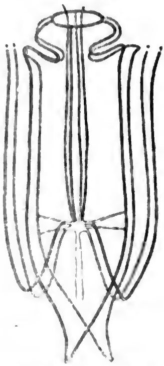
Fig. 185.



Euramphaea vexilligera, van de breede zijde gezien; iets verkleind. Naar Gegenbaur.

A mondpool; B trechterpool; *a* rijen van zwemplaatjes; *b b* lobben van het mondscherm; *c* kleine lobjes (oortjes); *d* mondopening; *e* maagzak; *f* trechter; *g* gastrovasculair-kanalen; *h* snavelvormige kammen; *i* draadaanhangsels.

Fig. 186.



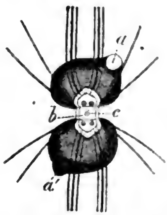
Gastrovasculair-stelsel van *Euramphaea vexilligera*.

kanalen uit den trechter met twee of vier stammen, die zich vervolgens dichotomisch splitsen, zoodat het geheele getal der hoofdkanalen acht bedraagt (fig. 186). Daaruit ontspringen bij de Beroiden (fig. 183 bl. 211), talrijke zich wederom vertakkende en blind eindigende dwars-

takjes, terwijl de acht hoofdkanalen uitloopen in een rondom den mond geplaatst ringkanaal. Een dergelijk ringkanaal komt ook nog in sommige andere gevallen voor, maar, daar zijne gedaante in overeenstemming is met die van het ligchaam zelf, en dit niet zelden zich in twee zijdelingsche rigtingen uitbreidt (bij *Euramphaeea*, *Chiaja*, vooral bij *Cestum*), zoo neemt ook het ringkanaal den vorm van een min of meer in de breedte gerekte ellips aan. Wanneer, gelijk veelvuldig voorkomt, het ligchaam van lobben voorzien is (*Euramphaea*, *Bolina*, *Mnemia*, *Calymna* e. a), dan dringen de gastrovasculairkanalen niet alleen daarin door, maar zij buigen daarin om, onder het maken van lissen, die soms nog een tamelijk zamengesteld beloop hebben, om vervolgens weder naar het middengedeelte des ligchaams terug te keeren en daar hetzij blind of in een ringkanaal te eindigen.

Gemeenlijk zijn de gastrovasculairkanalen der Ctenophoren naauw. Echter komen daarop uitzonderingen voor. Bij eenigen (*Pleurobrachia s. Cydippe*, fig. 184) zijn namelijk twee kanalen, die uit den trechter komen en langs de maag loopen, zoo verwijd, dat het den schijn heeft als of de maag in eene eigene holte bevat is. Daaruit komen dan ook kanalen, die naar de betrekkelijk ruime holten gaan, waarin de lange vangdraden kunnen worden opgenomen als in scheeden, waarin zij in den toestand van rust spiraalsgewijs opgerold liggen, maar waaruit zij, door den sterken aandrang van het gastrovasculair-vocht met snelheid kunnen worden naar buiten gestoten.

Fig. 187.



Veld aan de trechterpool van *Pleurobrachia*. Sterk vergroot. Naar AGASSIZ.

a a' excretie-openingen; *b* zenuwknoop; *c* otolithblaasje.

Eindelijk komen, behalve de reeds genoemde kanalen, bij verscheidene, welligt alle Ctenophoren, nog twee andere korte kanaaltjes uit het einde des trechters, die zich aan het achtereinde des ligchaams buitenwaarts openen (fig. 187). Deze openingen, die

zeer klein zijn, moeten vermoedelijk als voor de excretie dienende beschouwd worden en kunnen vergeleken worden met dergelijke openingen, als, gelijk wij boven (bl. 210) gezien hebben, ook bij sommige Anthozoën voorkomen. Of er ook water door naar binnen treedt, is minder waarschijnlijk. In elk geval biedt de mond en de daarop volgende maag- en trechterholte eene veel ruimere gelegenheid voor de toetreding van water in het gastrovasculair-stelsel aan.

49. Bij eenige Coelenteraten komen nog bijzondere deelen voor, die, hoewel hunne eigenlijke beteekenis nog eenigermate onzeker is, vermoedelijk tot de voedingsverrigtingen in betrekking staan, en die wij daarom ten slotte hier moeten vermelden.

Als zoodanig noemen wij in de eerste plaats ophoopingen van geel, bruin of rood gekleurde cellen, die gewoonlijk als lever worden aangeduid, hoewel daarvoor geen enkele afdoende grond bestaat. Een lever, in de morphologische beteekenis, kan alleen bestaan bij dieren, wier spijsverteringskanaal binnen in eene eigene ligchaamsholte gelegen is. Of de door de cellen afgescheiden zelfstandigheid iets van gal heeft, mag ook zeer betwijfeld worden. Eigenlijk is het dan ook slechts de kleur dezer celophoopingen, welke aanleiding gegeven heeft tot die vergelijking met de lever der hoogere dieren. Zij zijn niets anders dan eene eigendommelijke wijziging van het epithelium hetzij van de maag of van de daarachter gelegen deelen van het gastrovasculair-stelsel. Bij vele Medusen en bij Anthozoën vormen zij aan de binnenvlakte der maag overlangs naar binnen springende rijen of plooijen; bij de Siphonophoren zijn het alleen de voedings-individu's, welke in den bodem der spijsverteringsholte dergelijke gekleurde cellen vertoonen. *Velella* en *Porpita* (fig. 188 volg. bl.) onderscheiden zich echter van de overige Siphonophoren doordat ook het epithelium van het gemeenschappelijk gedeelte van het gastrovasculair-stelsel, hetwelk aan de onderzijde van den schijfvormigen stam is gelegen, uit zulke ge-

kleurde cellen bestaat, die, tengevolge van de ineengedrongen

Fig. 188.



Loodregte doorsnede van *Porpita mediterranea*; vergroot. Naar Kölliker.

a schijf; *b* middelste kamer der schijf; *c* opperhuid der schijf; *d* randzoom; *e* zoogenaamde lever; *f* centrale polypoid; *g* zijn mond; *h* kleine polypoiden; *i* kleine vangdraden; *k* groote vangdraden; *l* witte plaat, zoogenaamde nier; *m* voorttelingsknoppen.

gedaante van het geheele dier, hier eene compacte massa vormen, maar in werkelijkheid niet geacht kunnen worden te verschillen van dergelijke cellen, die de gastrovasculair-kanalen bekleeden, welke zich in het coenenchym van andere Hydrozoën en Anthozoën verspreiden. Ook de zoogenaamde leverbuizen der Physalien dragen haren naam ten onregte. Zij zijn niet anders dan de deelen die bij andere Siphonophoren gewoonlijk tasters genoemd worden.

Nog onzekerder is de beteekenis van andere deelen, die den naam van m e s e n t e r i a a l d r a d e n ontvangen hebben, omdat zij zich bij de Anthozoën (fig. 182 bl. 209) als lange, tot kluwentjes opgewonden draden vertoonen, die, uitgaande van het achtereinde der maag, aan de vrije randen der mesenteriaalplooijen, welke in de ligchaamsholte puilen, bevestigd zijn. Ook bij de Lucernarien bevinden zich dergelijke draden aan de tusschenschotten, waardoor de radiale holten gescheiden zijn. Bij de hoogere Medusen daarentegen zijn zij bundelsgewijs geplaatst aan den wand der ligchaamsholte die tevens spijsverteringsholte is. Deze mesenteriaaldraden kunnen zich verlengen en verkorten; zij zijn digt bezet met netelcellen en trilhaartjes. Wat de verrigting dezer organen betreft, zoo verkeert men daaromtrent nog geheel in het duister.

Iets meer is bekend aangaande een deel, dat aan de ondervlakte van de gemeenschappelijke ligchaamsschijf van *Porpita* wordt aangetroffen. Het bestaat (fig. 188 *l*) uit eene dunne,

witachtig gekleurde laag, met openingen daarin voor elk der polypoiden, welke daaronder geplaatst zijn. De witte kleur wordt veroorzaakt door vetbolletjes en kleine kristallen, welke laatste uit guanine bestaan (Kölliker). Op grond hiervan kan dit deel als een excretie-orgaan, min of meer vergelijkbaar met een nier, worden beschouwd.

Echinodermen.

50. De afdeeling der Echinodermen staat, ten aanzien der voor de voeding dienende organen, op eenen veel hoogeren trap dan de vorige en zelfs dan vele der tot de volgende afdeelingen behoorende dieren. Een zelfstandig spijsverteringskanaal, alleen door vliezige mesenteriaalplooijen aan de binnenvlakte van den ligchaamswand bevestigd, welke eene ruime ligchaamsholte begrenst, is bij hen altijd voorhanden. Ook een eigen vaatstelsel, dat het bloed naar de verschillende ligchaamsdeelen voert, ontbreekt nimmer. Bovendien komen gewoonlijk nog hulporganen voor, die tot de voeding in verband staan.

Vergelijkt men echter de onderscheidene groepen, waarin deze afdeeling zich splitst, met elkander, dan blijkt dat, in weerwil dat zij, in haar geheel beschouwd, uit hoofde der overeenstemming in de bewerktuiging der daaronder gerangschikte diervormen, als eene der meest natuurlijke van het geheele dierenrijk moet worden beschouwd, er toch geene is, waarin de voor de voeding dienende organen grootere verschillen aanbieden. Slechts een deel dier verschillen kan op rekening gesteld worden van de wijzigingen in de algemeene ligchaamsgedaante, van de gelijke of ongelijke ontwikkeling der stralen en tusschenstralen (verg. 1ste Afd. bl. 1227), alsmede van die van het ambulacraal- en het anti-ambulacraalgedeelte des ligchaams. Voor de verklaring van een ander deel dier verschillen kan de ontwikkelingsgeschiedenis te hulp geroepen worden, die leert, dat het oorspronkelijk maaksel dier organen

tijdens den larventoestand nagenoeg gelijk is, maar dat, al naar gelang bij de vorming van het eigenlijke Echinoderm-ligchaam, deels uit, deels aan dat der larve, het oorspronkelijke darmkanaal der laatste hetzij geheel (bij de Holothurien) of slechts ten deele (Echiniden, Ophiuren, Asterien) daarin opgenomen wordt, waardoor de ontwikkeling eenen anderen gang neemt. Toch verklaart een en ander de latere aanmerkelijke verschillen niet geheel, omdat het hier meer dan elders in dergelijke gevallen aan overgangsvormen in den geheel ontwikkelden toestand ontbreekt.

Kaauw- en Grijptoestellen.

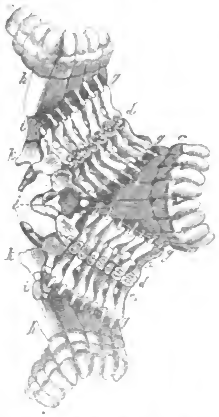
51. Reeds ten aanzien van het al of niet aanwezig zijn van een kaauw- en grijptoestel en den aard van dezen, bestaat er veel verschil, in overeenstemming trouwens met den aard van het voedsel en het overige maaksel, bepaaldelijk van het skelet.

De Holothurien, wier voedsel voornamelijk uit kleine, hetzij doode of zich slechts langzaam bewegende dieren, die zich in het zeeslib ophouden, bestaat, en die bovendien in hunne rondom den mond geplaatste voelers eigendommelijke grijporganen hebben, waarmede zij het voedsel naar de mondopening brengen, missen eenen kaauwtoestel geheel.

De Asterien en Ophiuren bezitten daarentegen zulk eenen uit harde deelen bestaanden toestel, doch deze is zamengesteld uit de binneneinden van het skelet der armen (verg. bl. 65 en volg.) en omvat dan ook den in het midden binnenwaarts daarvan geplaatsten mond als een vijfstraligen voorhof of voormond (*vestibulum*), met naar binnen springende spitsen tegenover de interradiale velden. Echter hebben de wervelstukken daar ter plaatse zekere wijzigingen ondergaan, waardoor zij voor hunne veranderde verrigting beter geschikt zijn geworden, en bovendien hebben er zich eenige stukken bijgevoegd. Het eenvou-

digst is de inrigting bij de Asterien (fig. 189), waar elk der vijf radiale mondspleten eene voortzetting is van de ambulacraalgroeve des arms. Het binnenste der wervelparen, dat nog duidelijk tot het armskelet behoort, is dikker en krachtiger dan de daarop volgende. De ruimten tusschen deze den mondvoorhof begrenzende vijf wervelparen worden ingenomen door onparige interambulacrale stukken. Aan elken der genoemde wervels is een merkelijk smaller, gewoonlijk nog uit twee leden zamengesteld stuk verbonden, hetwelk zich met zijn naar den mond gekeerd einde sluit aan een dergelijk stuk, dat aan den daarnaast gelegen wervel, welke deel uitmaakt van den naast aanliggenden arm, gehecht is. Zoo ontstaan vijf naar binnen springende mondhoeken, en de genoemde stukken worden dan ook met den naam van **mondhoekstukken** onderscheiden. De plaats die zij innemen bewijst echter, dat elk dezer mondhoekstukken als beantwoordende aan een of twee wervels moet worden beschouwd. De randen der door hen begrensde spleten zijn gewoonlijk nog met harde tepeltjes of stekels bezet.

Fig. 189.



Gedeelte van het skelet van *Astropecten Hemprichi*, van de buikholte uit gezien. Naar Joh. Müller.

c c rug-randplaten; *d* wervels; *e* mondhoekstukken; *g g* verbindingstukken; *k k* onparige interambulacrale platen achter de mondhoeken; *z z* openingen voor de ambulacraalpootjes.

Eenigzins anders is het bij de Ophiuren (fig. 190 en 191 volg. bl.). Deze missen de ambulacraalgroeven aan de armen, en de wervels zijn niet gepaard; doch ook hier staat met elke helft van den binnensten waren armwervel een mondhoekstuk

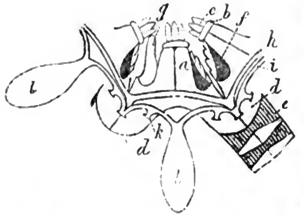
in verband, dat zich tegen datgene aanlegt, hetwelk van den naburigen arm op gelijke wijze ontspringt; maar aan het naar den mond gekeerde einde van de aldus gepaarde stukken is nog een onparig stukje, het **mondhoekplaatje** (*torus angularis*) geplaatst, hetwelk een of meer tandvormige plaatjes (*palae angulares*, *dentes spurii*) draagt, waarbij zich dikwijls nog langs de randen der mondspleten geplaatste tandplaatjes (*palae dentales*) voegen.

Fig. 190.



Ophiomyxa pentagona, van de mondvlakte. Vergroot. *a a* mondschildjes; *b b* genitaalspleten.

Fig. 191.



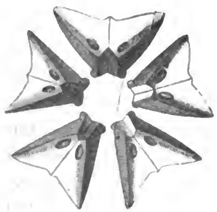
Binnenzijde van de mondhoeken, met den zenuwring en het ringkanaal van *Ophiolepis ciliata*. Naar JOH. MÜLLER. *a* mondhoekstukken; *b torus angularis*; *c palae dentales*; *d* eerste ambulacraalwervel des arms; *e* spieren; *f* holte voor de mondvoelers *g*; *h* zenuwring, gelegen in zijne groeve; *i* ringkanaal; *k* tak daarvan in eene opening van den eersten ambulacraalwervel voor de mondvoelers *g*; *l* Polische blazen.

De aan wervels beantwoordende stukken van dezen mondvoorhoftoestel zijn bewegelijk met elkander en met de aangrenzende deelen verbonden en van spieren voorzien, die beantwoorden aan de dwarse en overlangsche spieren, welke ook in de armen voorkomen (bl. 74). Daardoor kunnen de vijf mondhoeken, als zoo vele lippen, zich binnen- of buitenwaarts ombuigen en bovendien de radiale mondspleten zich openen of sluiten. De geheele opening van den voormond kan dus aanmerkelijk vergroot of verkleind worden. Dikwijls wordt daardoor ook de

slokdarm met een gedeelte der maag uitgestulpt. De geheele toestel kan derhalve als eene tot grijpen en gedeeltelijk ook tot verkleining van het voedsel geschikte inrigting beschouwd worden, die, de radiale plaatsing der deelen uitgezonderd, vergelijkbaar is bij den uit kaken en hulpkaken zamengestelden toestel der Gelede dieren, waardoor ook niet de ware mond maar de toegangsholte tot dezen, de voormond, begrensd wordt.

Geheel anders en volstrekt niet daarmede vergelijkbaar is de kaauwtoestel, die bij alle regelmatige Echinoiden wordt aangetroffen, maar bij eenige onregelmatigen (*Echinoneidae*, *Cassidulidae*, *Spatangidae*), waar de mondspleet door een eenigzins beweegelijke lip kan geopend en gesloten worden, ontbreekt. Gewoonlijk echter zijn de kalkplaatjes die de randen van de schaalmondopening, d. i. van den mondvoorhof of voormond, begrenzen, onbewegelijk verbonden met de overige stukken der schaal, zoodat deze opening onveranderlijk is; maar aan de binnenzijde daarvan is het met kleine verstrooide kalkschubjes bezette mondvlies vastgehecht, in welks midden de mond gelegen is (fig. 295 bl. 225.) Door dien mond kan de kaauwtoestel worden uitgestulpt, welke zich voortzet in den slokdarm en dus eigenlijk een slokdarmhoofd is. Deze toestel is nog meer of minder zamengesteld (fig. 192 en 193 volg. bl.). Zijne voornaamste, nimmer ontbrekende bestanddeelen zijn de 5 kaken, die elk nog uit twee helften bestaan, tusschen welke een iets gebogen staafvormige tand geklemd is, waarvan de harde spits beneden uitpuilt. Gezamenlijk vormen deze kaken eene vijfzijdige pyramide, met binnenwaarts gekeerde grondvlakte. Bij de Echiniden en Cidariden is de middellijn van deze laatste geringer dan de hoogte der pyramide; bij de Clypeastriden

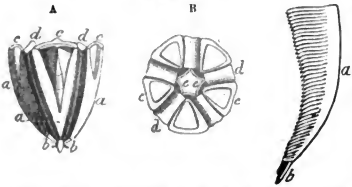
Fig. 192.



Kaauwtoestel van *Clypeaster rosaceus*, van de voorvlakte gezien.

daarentegen is de grondvlakte veel breeder dan de pyramide hoog is. In het algemeen zijn de kaakhelften driekantige stukken, die hetzij eene iets bolle (Echiniden, Cidariden) of holle (Clypeastriden) buitenvlakte hebben. De zijden der kaken, die naar elkander toe gekeerd zijn, vertoonen een groot aantal overdwarse meer of minder diepe groefjes voor de inplanting der spieren. Bij de Clypeastriden heeft elke kaak een vleugelachtig uitsteeksel, waardoor de grondvlakte der kaken-pyramide stervormig wordt, terwijl daarentegen deze bij de regelmatige Echinoiden nagenoeg rond is. Het vooreinde van elke kaak is verbonden aan den binnenrand van het mondvlies. Wijken de kaken uiteen, dan verwijdt zich derhalve de mond, om zich weder te sluiten, wanneer de kaken tot elkander naderen.

Fig. 193.



Kaauwtoestel van *Toxopneustes lividus*. A van ter zijde gezien; *a a a* kaken of tandkassen; *b b* spitsen der tanden; *c c c* beugels; *d d* spaakjes. B van boven gezien; *c c* beugels, *d d* spaakjes; *e e* boogstukjes. C een der kaken *(a)* van de zijvlakte gezien, met de daaruit stekende tandspits *(b)*; iets vergroot.

Bij deze hoofdbestanddeelen voegen zich nu bij de regelmatige Echinoiden nog andere deelen, welke voornamelijk dienen om aan de gezamenlijke kaken, die elk op zich zelf zwakker zijn dan bij de Clypeastriden, eenen stevigen steuntoestel te verschaffen, welke aan de bovenwaarts gekeerde grondvlakte der kakenpyramide geplaatst is. Boogvormige sluitstukken of beugels (*epiphyses*), vereenigen de boveneinden van de kaakhelften. Tusschen deze beugels in schuiven zich de als de spaken van een wiel geplaatste vijf spaakjes (*rotulae s. falces*), die op hunne beurt vereenigd worden gehouden door een gelijk getal van dunne boogstukjes welke de vijfhoekige opening begrenzen, waardoor de slokdarm gaat.

Deze stukken zijn alle onderling en bovendien met den kalkmondring (bl. 68) en de binnenzijde van de schaalmondopening door rekbare banden en spieren verbonden. Voor de toenadering der kaken tot elkander dienen de korte maar krachtige tusschenkaakspieren (*m. m. interpyramidales*), die de ruimten tusschen de nevens elkander geplaatste kaken vullen. Deze zijn de eigenlijke kaauwspieren. Tusschen de spaakjes bevinden zich vijf andere kleine spieren (*m. m. interradiales*), waardoor het grondvlakgedeelte van den kaauwtoestel rondom den slokdarm vernaauwd wordt. Tot het openen der kaken, die zij tevens eenigzins terugtrekken, dienen vijf paren spieren (*m. m. retractores s. dilatatores*), welke komen van de *auriculae* van den kalkmondring en zich inplanten in twee groefjes aan de buitenzijde van elke kaak. Vijf andere paren lange maar dunne spieren (*m. m. protractores s. comminutores*) gaan van den binnenrand der schaalmondopening naar de zijdelingsche gedeelten der boogstukken, die de beide helften van elke kaak verbinden, en planten zich aldaar in dier voege in dat elke kaak twee spieren van verschillende paren ontvangt. Door de zamentrekking dezer spieren wordt de kaauwtoestel in haar geheel naar voren bewogen, zoodat hij buiten den zich daarbij verwijdenden mond treedt, terwijl bovendien de met tanden gewapende spitsen der kaken daardoor nader tot elkander worden gebragt.

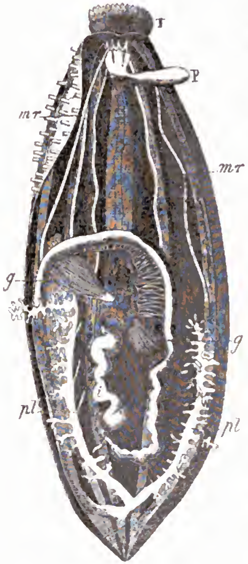
Spijsverteringsorganen.

52. Nog grootere verschillen treden in het maaksel van den spijsverteringstoestel bij onderscheiden vormen van Echinodermen op. Allen hebben een naauwen slokdarm, die zich voortzet in eene ruimere spijsverteringsholte, doch de gedaante van deze is zeer uiteenloopend.

De Holothurien en de Echinoiden stemmen onderling daarin overeen, dat het geheele darmkanaal (behoudens zekere, beneden te noemen afwijkingen) een cylindrische buis is, die steeds

met een aars eindigt. Laatstgenoemde opent zich bij alle ware Holothurien en bij de regelmatige Echinoiden aan de tegenover den mond geplaatste ligchaamspool; maar bij het ook in andere opzigten van de eigenlijke Holothurien afwijkende geslacht *Rhopalodina* (z. I^ste^ Afd. bl. 1160) bevindt zich de aars vlak naast de mondopening, en bij vele Echinoiden (*Clypeastridae*, *Spatangidae*) neemt men eene dergelijke toenadering van de aars- tot de mondopening waar, ofschoon nimmer in die mate, omdat, wanneer de aars, het topveld verlatende waar hij bij de regelmatige Echinoiden uitmondt, en nu, bij onderscheidene soorten in verschillende mate als het ware afdalende langs een der interambulacrale velden, den rand en vervolgens de buik- of mondvlakte der schaal bereikt, ook de mondopening zich langs een der ambulacrale velden in de tegengestelde rigting verplaatst.

Fig. 194.



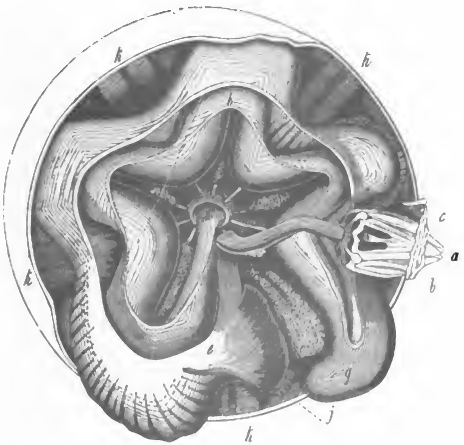
Orcula punctata, van de buikzijde geopend. Naar SELENKA.

T voelerkrans; P Polische blaas; *mr* lengtespieren; *i i i* spijsverteringskanaal; *m* mesenterium; *g g* voortelingsklieren; *pl* waterlong.

Slechts zelden, namelijk bij de Synaptiden (met uitzondering echter van *Chirodota*), die een zeer verlengd, wormvormig ligchaam hebben, loopt het darmkanaal regt door van den mond naar den aars. Bij alle overigen legt het zich in windingen, waarvan de ligging zich wijzigt naar de betrekkelijke plaatsing van de mond- en aarsopeningen, en bovendien afhankelijk is van

den onderlingen afstand dezer beide openingen, welke op zijn beurt wederom bepaald wordt door de geheele ligchaamsgedaante van het dier. Bij de over het algemeen cylindrische Holothurien (fig. 194), die, in vergelijking met de half bol- of schijfvormige Echinoiden, een lang gerekt ligchaam hebben, maakt

Fig. 195.



Toxopneustes lividus Geopend.

Het onderste gedeelte der schaal is verwijderd en de mond met den slokdarm ter zijde gelegd; *a* kaauwtoestel, *b* gedeelte van het mondvlies; *c* kaken; *d* slokdarm; *e* begin van den maagdarm, met den blindzak, *g* ombuigingslis; *h* ambulacra; *i* endeldarm en aars.

(met uitzondering der zoo even genoemde Synaptiden) het darmkanaal twee lisvormige ombuigingen, terwijl de as van het darmkanaal ongeveer in hetzelfde vlak blijft als de as van den slokdarm. Eenigzins anders is het bij de Echinoiden (fig. 195), wier ligchaam men tot op zekere hoogte zoude kunnen vergelijken

bij dat eener Holothurie, hetwelk van de aarspool naar de mondpool is zamengedrukt, terwijl daarbij het ligchaam zich in gelijke mate in de breedte heeft uitgezet. Het gevolg hiervan is, dat het op den slokdarm volgend gedeelte van het darmkanaal zich ter zijde ombuigt, en de beide hoofdwindingen van het darmkanaal, de eene van links naar regts, de andere van regts naar links gaande, zich, bij de regelmatige Echinoiden, digt op of zelfs om elkander heen leggen, elk daarbij nog vijf in elkander springende bogten makende, waarvan de bolle zijden naar de interambulacraalvelden gekeerd zijn. Bij de Spatangiden, wier mondopening en aarsopening beide excentrisch en digter bij elkander geplaatst zijn, maakt het darmkanaal dezelfde twee hoofdwindingen, maar de tweede beschrijft slechts den halven omtrek der schaal en buigt zich dan om naar de aarsopening. De uit- en inspringende bogten ontbreken hier.

De wijze waarop dit spijsverteringskanaal in de ruime ligchaamsholte op zijne plaats gehouden wordt door de mesenteriaalplaten, die zamenhangen met het peritoneaal-bekleedsel van den ligchaamswand, ondergaat ook verschillende veranderingen, welke met die van den ligchaamsvorm en van de door het darmkanaal ingenomen plaats in overeenstemming zijn. In de klasse der Holothurien treft men meestal drie zulke mesenteriaalplaten aan, elk dienende voor de bevestiging van een der door de twee lisvormige ombuigingen ontstane afdeelingen van het darmkanaal. Een dezer mesenteriaalplaten, het rugmesenterium, is juist in de middellijn van den rug ingehecht, de beide andere aan twee andere interradiale velden. Bij de Synapten strekt zich een enkel doorloopend mesenterium langs de geheele lengte van het regt uitgestrekte darmkanaal uit. In beide gevallen volgt derhalve het darmkanaal de zamentrekkingen van het ligchaam.

Merkelijk minder ontwikkeld is het mesenterium der Echinoiden, waar de harde schaal voor geene vormsverandering vatbaar is. Hier bepaalt zich het mesenterium tot dunne korte vliezen

en vezelen, die van den buitenwand van het darmkanaal, langs zijne geheele lengte, naar het peritoneaal-bekleedsel van de binnenvlakte der schaal gaan. Bovendien strekken zich echter mesenteriaalplaten tusschen de darmwindigen uit, die daardoor met elkander verbonden worden. Soms (bij *Spantangus*) is een gedeelte van dit mesenterium verkalkt; en bij de Clypeastriden wordt ook door de druipsteenvormige kalkschotten, die de boven- en ondervlakte der schaal verbinden (z. bl. 69) en waarom heen het darmkanaal zich windt, dit laatste op zijn plaats gehouden.

Boven noemden wij het spijsverteringskanaal der Holothurien en der Echinoiden in het algemeen een cylindrische buis. Deze benaming is in zooverre juist, dat de maag daaraan geene of geene zeer merkbare aanzwelling vormt. Toch moet het op den slokdarm volgende gedeelte als maag onderscheiden worden. Het onderscheidt zich, inzonderheid bij de Holothurien, door eenen merkelijk dikkeren wand, waaraan vooral de spierlaag het grootste aandeel heeft. Deze strekt zich trouwens ook over het geheele overige darmkanaal uit en is nog uit twee lagen zamengesteld, waarvan de buitenste uit kringvezelen, de binnenste uit overlangs loopende vezelen bestaat. Het daartegen aan gelegen slijm- of kliervlies wordt gevormd door eene bindweefsellaag en een epithelium, welks cellen meestal bruinachtig gekleurd zijn en ook een dergelijk gekleurd vocht afscheiden. Dit heeft ten onregte aanleiding gegeven om dit darm-epithelium met een lever te vergelijken. De afscheidende en opslorpende oppervlakte van het darm-slijmvlies wordt nog bij eenigen vergroot door plaatselijke uitzettingen van het darmkanaal, waardoor het van de algemeene cylindrische gedaante afwijkt. Dit is het geval bij de Synaptiden en ook bij eenige Echinoiden, vooral bij de Clypeastriden. Bij de Echinoiden bevindt zich bovendien gewoonlijk een korte blindzak (*diverticulum*) op het punt waar de slokdarm in de maag overgaat. Deze ontbreekt bij de Holothurien altijd.

Nog in een ander opzigt verschillen de tot deze beide klassen behoorende dieren. Het darmkanaal der Echinoïden vernaauwt zich nabij zijn uiteinde, terwijl daarentegen dat der Holothurien zich ter zelfder plaatse zakvormig verwijdt. Gewoonlijk noemt men dit zakvormige gedeelte, dat zich met de aars buitenwaarts opent, de cloaca, maar die benaming is onjuist, daar men overal elders onder cloaca eene holte verstaat, waarin zich, behalve het darmkanaal, ook de geslachts- en dikwijls ook de piswegen openen. Hier opent zich in dezen zak, welke niet anders dan de endeldarm is, alleen de stam van het orgaan, dat men met den even weinig gepasten naam van waterlong heeft bestempeld, een naam die alleen eenigmate geregtvaardigd wordt door zijne gedaante en doordat het althans gedeeltelijk in de ademhaling voorziet, waarop wij beneden terug komen. De zoo evengenoemde stam van dit orgaan is hol en splitst zich in twee hoofdtakken of buizen, die zich vervolgens weder vertakken, totdat de fijnere vertakkingen als blinde zakjes eindigen, die, met water gevuld zijnde, zich ver in de ligchaamsholte, soms tot aan het begin van het darmkanaal uitstrekken. Dit orgaan ontbreekt in de groep der Synaptiden.

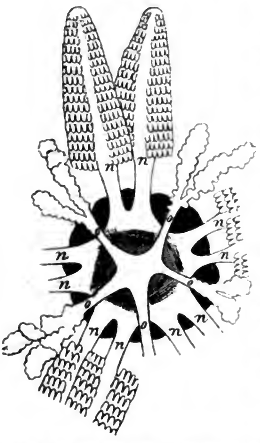
Eindelijk moeten wij hier ook nog gewag maken van een eigendommelijk deel, dat bij de Spatangen voorkomt, en waarvan de beteekenis moeijelijk te gissen is. Het vertoont zich als een lange, tamelijk dikwandige buis, die, een gedeelte der darmwindingen volgende, zich op twee plaatsen in het spijsverteringskanaal opent, namelijk op de grens van de maag en den darm, en nabij de plaats waar de eerste hoofdwinding van den darm in de tweede overgaat 1).

53. Hoewel er nu, gelijk uit het bovenstaande blijkt, tusschen den spijsverteringstoestel der Holothurien en dien der Echinoi-

1) Men zie over dit orgaan, dat door MILNE EDWARDS, naar het schijnt ten onregte, voor een hart gehouden werd, het daaromtrent medegedeelde door Dr. C. K. HOFFMANN, in zijne Dissertatie: *Zur Anatomie der Echinen und Spatangen*, Haarlem u. Leipzig, 1871, p. 37.

den verschillen bestaan, zoo zijn deze echter gering te noemen, vergeleken met die, waardoor zich de klasse der Stelleriden van de beide vorige onderscheidt. Zoowel bij de Asterien als bij de Ophiuren opent zich de korte slokdarm in een wijden dunwandigen zak, die in de ligchaamsholte door radiaal geplaatste mesenteriaalvliezen en vezelen is opgehangen en uitgespannen wordt gehouden, en in zeer vele gevallen, namelijk bij alle Ophiuren en bij vele Asterien, achterwaarts geheel gesloten is. Zulke soorten missen dus een aars, en de onverteerde stoffen worden ook door de mond genoemde opening wederom buiten het ligchaam gevoerd. Ook hier bestaan echter nog trappen in de meerdere of mindere zamengesteldheid van het maaksel. Het eenvoudigst is het bij de Ophiuren. Bij dezen vertoont de spijsverteringszak, — gewoonlijk maag genoemd, hoewel hij maag en darm beiden vertegenwoordigt, — slechts eenige straalsgewijs geplaatste korte uitpuilingen; maar bij de Asterien (fig. 196), waar de ligchaamsholte niet, zoo als bij de Ophiuren, tot de ligchaamsschijf beperkt is, maar zich ook in de armen voortzet, strekken zich in elken arm twee van den maagzak uitgaande, soms met een gemeenschappelijken stam daaruit ontspringende, buizen uit (*n n*), die aan de rugzijde der armen door een mesenteriaalvlies bevestigd zijn en op hun weg ter weerzijde takjes afgeven, welke, na zich nogmaals vertakt te hebben, in blinde zakjes eindigen. Die As-

Fig. 196.



Maag met blinddarmen van *Culcita coriacea*, naar MÜLLER. *n n* radiale maag-blinddarmen; *o o* interradiale blinddarmen.

terien, welke een aars en derhalve ook een korten endeldarm hebben, bezitten nog een tweede stel van dergelijke, hoewel kleinere, vertakte blinddarmen, welke achter, d. i. boven de eerste uit den endeldarm ontspringen, doch zich niet in de armen maar in de tusschenstralige gedeelten der schijf uitstrekken (fig. 196 *oo*). Zulk een tweede stel van interradiale blinddarmen is echter niet noodzakelijk aan de gelijktijdige aanwezigheid van een aars gebonden, maar wordt ook aangetroffen bij sommige soorten die dezen missen. Zij ontspringen dan uit een als het ware van den maagzak afgesnoerd gedeelte.

Zoowel de physiologische als de morphologische beteekenis dezer aanhangsels ligt nog eenigzins in het duister. Sommigen hebben hen willen vergelijken met de radiale, dikwijls ook vertakte kanalen van het gastrovasculair-stelsel der Medusen (bl. 199 en volg.), en men mag dan ook wel als zeker aannemen, dat zij er in zoo verre mede overeenstemmen, dat het vloeibare gedeelte van den chymus daarin doordringt; doch dit bewijst nog geenszins dat deze blinddarmen, die los opgehangen zijn in de armholten, welke op hare beurt slechts voortzettingen zijn der ligchaamsholte, ook morphologisch vergelijkbaar zijn met de zich door de ligchaamszelfstandigheid zelve verbreidende gastrovasculair-kanalen der Coelenteraten.

Eenigen meerderen grond heeft het gevoelen dergenen, die daarin het analogon van een lever zien. Inderdaad zal het beneden blijken, dat er onder de lagere Mollusken eenigen zijn (de *Aeolididae*), waar de lever zich ook in een aantal afzonderlijke deelen scheidt, die elk voor zich met een uitlozingskanaal in het darmkanaal monden. Bovendien geeft het bruinachtig gekleurde epithelium, dat de binnenvlakte deze blinddarmen bekleedt, aanleiding tot zulk eene vergelijking. Toch schijnt zij ons toe ongeoorloofd te zijn. Het eenige wat men met zekerheid mag aannemen is dat door deze blinddarmen niet enkel de opslorpende oppervlakte der spijsverteringsholte vergroot wordt, maar dat ook daarin een vocht wordt afgescheiden, hetwelk de spijsvertering bevordert.

Of dit vocht echter eenige overeenkomst heeft met gal, of wel met speeksel, pancreasvocht, maag- of darmsap, is geheel onbekend. Inderdaad schijnt elke vergelijking van deze aanhangsels met deelen die bij dieren uit andere afdeelingen voorkomen, weinig gepast te zijn. Daarentegen kunnen zij als morphologisch vergelijkbaar worden beschouwd bij de zoogenaamde waterlong der Holothurien (bl. 228), ofschoon zij, gelijk reeds uit het verschil in plaatsing blijkt, daarvan ten aanzien der verrigting ten eenenmale verschillen.

54. De ontwikkelingsgeschiedenis leert dat, tijdens de vorming van het ligchaam eener Asterie, een gedeelte van het oorspronkelijk darmkanaal der larve daarin wordt opgenomen, en dat dan dit darmkanaal, wel verre van een zak te zijn, integendeel zich tot een buis verlengt, die eene spiraalwinding beschrijft. Er is derhalve een tijdstip, waarop een jeugdige Asterie, ten opzigte van het spijsverteringskanaal, veel minder van een soort uit de klasse der Echinoiden verschilt dan later, wanneer de ontwikkeling voltooid is. Nog meer echter gelijkt die tijdelijke vorm van het spijsverteringskanaal der Asterien op dien der Crinoiden, althans gelijk wij dien kennen bij *Comatula* (fig. 197). Een mond, die, al naar gelang der soort, hetzij in het midden der buikvlakte of excentrisch geplaatst is, geeft toegang tot den korten slokdarm, die zich opent in een darmkanaal, dat, even als bij vele Echinoiden, met een blindzak aan het begin, zich vervolgens spiraalsgewijs windt en, na iets meer dan een geheelen omvang gemaakt te hebben, zich met een naauweren endeldarm aan den excentrisch op eenigen afstand van den mond geplaatsten aars opent. In zoo verre bestaat er derhalve eene onmiskenbare overeenkomst tusschen *Comatula* en de Echinoiden, vooral met de Spatangen, en kan men ook aannemen, dat daarin een blijvende

Fig. 197.

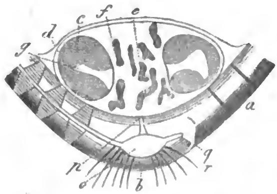


Darmkanaal van *Comatula rosacea*, open gesneden en van boven gezien. Naar Müller.

a mond; *b b* overblijfsel van het kelkdek; *c* geopend spijsverteringskanaal; *d* begin van den darm; *e* winding des darms; *f* spiraalplooi; *g* aarsbuis.

toestand vertegenwoordigd is, die voorbijgaande voorkomt bij de Stelleriden. Doch het darmkanaal van *Comatula* buigt zich niet lisgewijs om en ligt bovendien niet, zoo als bij de Echinoiden, vrij in de ligchaamsholte, alleen bevestigd door een mesenterium, maar is nog bevat in een soort van ingewandenzak en windt zich spiraalsgewijs rondom een in het midden geplaatste spil, welke bestaat uit een sponsachtig weefsel, hetwelk door een net van kalkvezelen gesteund wordt (fig. 198). Deze spil dringt als het ware den darmwand, als een tot aan den endeldarm doorloopende spiraalplooi, naar binnen, zoodat het darmkanaal ongeveer het maaksel heeft van de *cochlea* van het gehoororgaan van een zoogdier, met de daarin desgelijks naar binnen springende *lamina spiralis*. Eene dergelijke inrigting treft men bij geen andere Echinodermen aan. Om eenen eenigermate verwanten vorm te ontmoeten, moet men dien zoeken in de afdeeling der Wormen, namelijk bij *Lumbricus*, waar het darmkanaal eene dergelijke naar binnen springende, doch hier overlangs loopende, plooi vertoont. Of het spons-achtige ligchaam, hetwelk als spil dient, ook nog eene andere verrigting heeft, of het namelijk, gelijk men vermoed heeft, ook een afscheidend orgaan, een soort van lever is, moeten wij in het midden laten.

Fig. 198.



Doorsnede der schijf van *Comatula rosacea*, na verwijdering van den kalk door een zuur. Naar J. MÜLLER.

a straalstukken van den kelk; *b* middenplaat; *c* darmkanaal; *d* ingewandenzak; *e* sponsachtige zelfstandigheid in het midden der schijf; *f f f* holten daarin; *g* spiraalplooi; *o* zoogenaamd hart (centrale sarcode-massa); *p* kanaal naar de ligchaamsholte; *q* kanalen naar de straalstukken en armen; *r* kanalen naar de *cirri*.

Vaatstelsel.

De Echinodermen hebben twee vaatstelsels, waarvan het eene, het ambulacrale watervaatstelsel, reeds boven (bl. 75) beschreven is.

De kennis van het bloedvaatstelsel biedt nog steeds eenige onzekerheden aan. Inzonderheid is de vraag nog onbeslist, of en, zoo ja, hoe er gemeenschap bestaat tusschen dit bloedvaatstel en het watervaatstelsel alsmede de ligchaamsholte. Het eenigzins troebele, wit- of geelachtig, soms zelfs oranje gekleurde bloed der Echinodermen bevat kleine ligchaampjes, bloedcellen, die ook in het vocht dat de kanalen van het watervaatstelsel vult alsmede in dat der ligchaamsholte teruggevonden zijn. Dit maakt het waarschijnlijk dat, even als bij vele Mollusken, het zeewater ook in het bloedvaatstelsel dringt, terwijl het dan ook begrijpelijk zoude zijn, hoe dit in de ligchaamsholte geraakt, die in dit geval de beteekenis van een enkele groote sinus zoude hebben. Tevens zoude men dan de mogelijkheid inzien, dat, bij het bestaan van zulk een sinus en van deelen van een watervaatstelsel, een eigenlijk bloetvaatstelsel geheel kan gemist worden, gelijk werkelijk bij *Comatula* het geval schijnt te zijn, want de vroeger (door Joh. Müller) als hart beschouwde holte (fig. 198*b*) in het onderste gedeelte van den kelk, en de daarvan straalsgewijs uitgaande kanalen (*p*, *q*, *r*) zijn gebleken overblijfsels der protoplasma-massa te bevatten, te midden waarvan zich het skelet ontwikkeld heeft (Carpenter).

In de overige, hoogere groepen van Echinodermen schijnt echter altijd een eigen bloedvaatstelsel aanwezig te zijn, welks inrigting intusschen zich wijzigt naar het overige maaksel des diers en dientengevolge nog tamelijk verschillend is. Men zoude het nog kunnen scheiden in twee deelen, die echter een zamenhangend geheel uitmaken, namelijk het radiale bloedvaatstelsel en het darm-bloedvaatstelsel. Het radiale bloedvaatstelsel komt (volgens de meest gangbare voorstelling) tot zijne hoogste ontwikkeling bij de Asterien; het darmbloedvaatstelsel bij de Holothurien. Tusschen deze beide groepen nemen de Echinoiden ten aanzien van beide stelsels ongeveer het midden in.

Het is echter niet te ontkennen, dat er omtrent deze geheele inrigting nog veel onzekerheid bestaat, die door de onderzoe-

kingen der laatste jaren niet is weggenomen, maar eer vermeerderd. Wij moeten ons hier bepalen tot een beknopt overzigt onzer tegenwoordige kennis daaromtrent.

Vroeger nam men algemeen, inzonderheid op gezag van TIEDEMANN, aan, dat de Asterien twee bloedvaatringen hebben, een kleineren, die rondom den mond of den hier zeer korten slokdarm, en een merkelijk grooteren en wijderen, die tegen de binnenvlakte van den ligchaamswand der anti-ambulacrale rugvlakte aan gelegen is. Beide ringen worden vereenigd door een als hart beschouwde buis, die naast het steenkanaal verloopt en dus excentrisch door de ligchaamsholte heengaat. Uit den mondvaatring ontspringt voor elken arm een in de ambulacraalgroeve verloopend vat, met twee zijtakken nabij den oorsprong, en bovendien andere vaattakken die zich desgelijks straalsgewijs naar de maag en zijne blinddarmen alsmede naar de voorttelingsorganen uitbreiden. Evenzoo staan met den rugvaatring straalsgewijs vaten in verband, die deels naar de armen, deels naar de voorttelingsorganen en de maag gaan of wel daaruit komen, indien men namelijk, met TIEDEMANN, den rugvaatring als het aderlijke en den mondvaatring als het slagaderlijk gedeelte van het bloedvaatstelsel beschouwt, iets waarvoor evenwel geene afdoende gronden zijn aan te voeren.

Een eerste inbreuk op deze voorstelling van het bloedvaatstelsel der Asterien werd gemaakt door de ontdekking van JOH. MÜLLER, dat het deel hetwelk door TIEDEMANN als mondvaatring was beschouwd, en, althans bij *Astropecten aurantiacus*, eene oranjekleur heeft, de zenuwring is, van waaruit in de ambulacraalgroeve van elken arm een tak straalt. JOURDAIN 1) gaat nog verder en ontzegt aan de Asterien een bloedvaatstelsel geheel en al; het zoogenaamde hart zoude een klierachtig orgaan zijn. Ook aan GREEFF 2) gelukte het niet het door TIEDEMANN

1) *Compt. rendus* 1867 T. LXV p. 1002.

2) *Sitzungsberichte der Gesellschaft zur Beförderung der gesammten Naturwissenschaften zu Marburg*. No. 8, November 1871.

beschreven vaatstelsel terug te vinden; maar hij ontdekte tevens dat de zenuwring en de daaruit stralende stammen holle kanalen zijn, waarin een vocht, dat op bloedligchaampjes gelijkende deeltjes bevat, rondstroomt.

In dezen stand der zaak zal men dus vernieuwde onderzoekingen, aan meerdere en vooral grootere soorten in den verschen toestand bewerkstelligd, moeten afwachten, alvorens het mogelijk zal zijn daaromtrent eene bepaalde uitspraak te doen 1).

Omtrent het vaatstelsel der Ophiuren, is zoo goed als niets met eenige zekerheid bekend, hetgeen, bij de kleinheid der ligchaamsschijf van deze dieren en de daardoor veroorzaakte grootere moeijelijkheid van het onderzoek, minder verwonderen kan.

Ook in de groep der Echinoiden stuit men op eenige bezwaren, die nog niet op voldoende wijze uit den weg zijn geruimd. Bij de regelmatige Echinoiden (Echiniden en Cidariden) zijn door Tiedemann e. a. twee vaatringen waargenomen, een nabij de voorste, een nabij de achterste ligchaamspool, verbonden door een als hart fungerend vat, terwijl uit de vaatringen takken ontstaan, die zich naar verschillende ligchaamsdeelen begeven of het bloed daaruit terugvoeren. In zooverre zoude dus dit gedeelte van het bloedvaatstelsel overeenstemmen met dat hetwelk, volgens de gewone voorstelling, bij de Asterien bestaat. Maar zijne inrigting is gewijzigd: 1° door de kleinheid van het antiambulacrale ligchaamsgedeelte, vergeleken met dat der Asterien, en 2° door de verlenging van het spijsverteringskanaal tot een lange, zich windende buis. Met den mondvaatring der Asterien, stemt dan geheel overeen de mondvaatring der Echiniden; ook

---

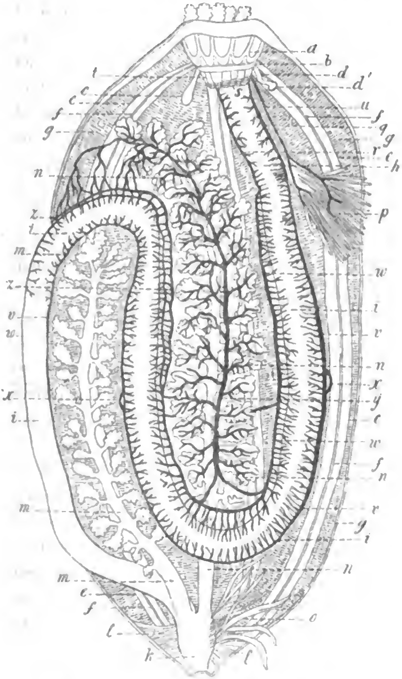
1) Dr. Hoffmann schrijft mij, dat ook hij er niet in geslaagd is bij *Uraster* en *Solaster* een bloedvaatstelsel te vinden. Het onderzoek van Jourdain werd bewerkstelligd aan *Uraster* (*Astheracanthion*); dat van Tiedemann werd verrigt aan de in de Middellandsche zee levende *Astropecten aurantiacus*. Men zoude kunnen vermoeden dat, hoe onwaarschijnlijk ook bij zoo na verwante vormen, het soortverschil hier van invloed is. Maar Greeff onderzocht, behalve *Uraster* en *Solaster*, ook een bij Helgoland levenden *Astropecten*, die zich, hoewel soortelijk verschillend, te na aan *Astropecten aurantiacus* aansluit om de mogelijkheid van een verschil in maaksel te kunnen veronderstellen.

hier ligt hij onmiddelijk tegen het ambulacrale ringkanaal aan en omgeeft hij den slokdarm, ter plaatse waar deze uit den kaauwtoestel treedt, aan welks spieren hij takjes toezendt. Of er bovendien ook radiale vaten voor de ambulacra uit ontspringen, gelijk door sommigen beweerd is, is geheel onzeker. In dien mondvaatring opent zich het hart, dat tegen den slokdarm en in eene groeve van het in gelijke rigting verloopende steenkanaal gelegen is. Het voorste en grootste gedeelte van dit buisvormige hart is tamelijk dikwandig, en daaraan zijn rythmische zamentrekkingen waargenomen, maar aan het achtereinde vernaauwt het zich tot een vat, dat uitmondt in den aarsvaatring, die zoude beantwoorden aan den boven vermelden rugvaatring der Asterien, maar, even als het geheele anti-ambulacrale gedeelte bij de Echinoiden, veel kleiner is en den endeldarm omgeeft. In dien aarsvaatring treden takjes, welke van de binnenvlakte der schaal komen. Uit het vooreinde van het hart of uit den mondvaatring ontspringt een vat, dat zich ombuigt naar het darmkanaal en langs de geheele binnenzijde daarvan zijn loop voortzet, daarbij allengs eerst iets wijder wordende en zich verderop weder vernaauwende, totdat het in den aarsvaatring eindigt. Onder weg geeft dit vat, gewoonlijk het buikvat (darm-slagader van Tiedemann) genoemd, takjes af aan den darmwand, die daarin een net vormen, vanwaar uit vervolgens wederom takjes ontspringen, die zich aan de buitenzijde van het darmkanaal tot een tweede darmvat, het rugvat, vereenigen, dat desgelijks langs het darmkanaal zijnen weg vervolgt, doch alleen tot aan den oorsprong van den endeldarm, zonder den aarsvaatring, te bereiken. Gedurende zijn beloop geeft dit rugvat takjes af aan het peritoneaal-bekleedsel der schaal. Waarschijnlijk staat ook dit rugvat met den mondvaatring in verband.

Alvorens nu iets te zeggen omtrent het vaatstelsel der onregelmatige Echinoiden, willen wij dat der Holothurien beschouwen, die, even als in andere opzigten, ook door hun bloedvaatstelsel nå met de Echinoiden verwant zijn.

Bij de Holothurien (Fig. 199) treedt het radiale gedeelte van het

Fig. 199.



Eene overlangs geopende Holothurie. Half schematisch.

a kalkring; *b* ringkanaal; *c* Polische blaas; *d* steenkanaal; *d'* madreporenplaat of kalkzak; *e e e* lengtespieren; *f f f* daardoor heen schemerende radiale kanalen; *g g g* dwarse spieren; *h* maag; *i* darm; *k* endeldarm; *l* zijne spieren naar den ligchaamswand; *m* regter longtak; *n* linker longtak; *o* Cuviersche organen; *p* voorttelingsorganen; *q* maagbuikvat; *r* maagrugvat, *s* netvormige slokdarmvaatring; *t* takken naar de voelers; *u* vat voor de voorttelingsorganen; *v* darmbuikvat; *w* darmrugvat; *x* verbindingstak; *ij* longslagader; *z* longader.

vaatstelsel geheel op den achtergrond. De aarsvaatring ontbreekt, en de mondvaatring wordt (volgens SEMPER) vervangen door een kringvormig net van fijne mazen rondom den slokdarm. Ook een geheel met het hart der Asterien en Echinoiden overeenstemmend vat is derhalve niet aanwezig. Daarentegen is het darmvaatstelsel bij hen zeer ontwikkeld, en men treft er dezelfde twee hoofdvaten langs het darmkanaal als bij de Echinoiden aan, namelijk een langs de eene zijde van den darm verloopend buikvat en een langs de tegenovergestelde zijde, maar op korten afstand van den darm, zich uitstrekkend rugvat, die onderling door een net van fijne vaten of kanalen in den darmwand gemeenschap hebben. Dit darmvaatstelsel bestaat echter hier (volgens SEMPER) nog uit twee niet onmiddellijk in elkander overgaande afdeelingen, waarvan het eene, kleinere, tot de maag beperkt is, terwijl het andere aan den daarop volgenden eigenlijken darm behoort, die, gelijk wij boven zagen, niet door uitwendig zigtbare grenzen van de maag gescheiden is. Beide de maagvaten openen zich in het kringvormig net rondom den slokdarm, waaruit ook vaten voor de voorttelingsklieren ontspringen. Bij velen strekt zich tusschen de voorste en middelste afdeeling van het darmbuikvat nog een dwarse verbindingstak uit. Wanneer het „waterlong" genoemde orgaan aanwezig is, staat het darmrugvat gemeenlijk door talrijke takjes in verband met een ander vat (de long- of ademhalingslagader van TIEDEMANN), dat, zich voorwaarts ombuigende, een eindweegs evenwijdig met het darmrugvat (TIEDEMANN's darmader) loopt en onderweg talrijke takjes aan de linkerhelft der long afgeeft, welke zich daarover verspreiden en vervolgens zich weder tot grootere takjes vereenigen, die een korten vaatstam (longader) vormen langs het middengedeelte des darms. Daaruit komen dan, volgens TIEDEMANN, wederom takjes, die in het naburige gedeelte aan het buikvat (darmslagader) inmonden en zoo den kringloop sluiten Dit gedeelte van het vaatstelsel behoort echter tot de minder wezenlijke, daar het, niet slechts bij de longlooze Synap-

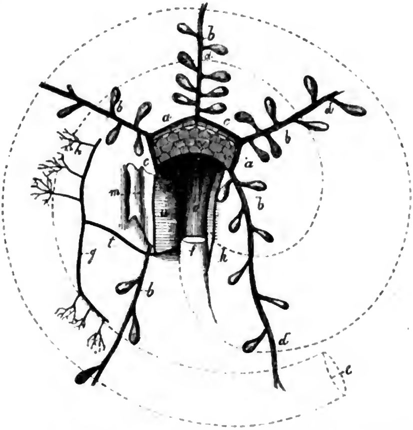
tiden, maar zelfs bij eenige longen bezittende Dendrochiroten ontbreekt.

De vraag hoe, d. i. in welke rigting de bloedsomloop plaats grijpt, kan ook hier niet met zekerheid worden beantwoord. Beide darmvaten vertoonen rythmische zamentrekkingen en kunnen dus uit het physiologische oogpunt als harten worden beschouwd. Gewoonlijk neemt men aan, dat het darmbuikvat het eigenlijke centraaldeel van den bloedsomloop is. Het darmrugvat zoude dan te beschouwen zijn als een ader, die de door de spijsvertering in den darm gevormde chyl opslorpt. Tevens echter zoude het de rol van een hulphart spelen, dat het met chyl vermengde aderlijke bloed door de long voortstuwt en derhalve met de ook in andere afdeelingen van het dierenrijk voorkomende ademhalings- of kieuwharten kunnen worden vergeleken. Het is echter duidelijk dat, hoe dit ook zij, noch het rugvat, noch het eigenlijke darmbuikvat, — namelijk de vaatstam die achter de maag begint, — vergelijkbaar zijn bij het hart genoemde deel der Asterien of der Echinoiden. Let men daarentegen op de door het maagbuikvat ingenomen plaats, dan wordt het waarschijnlijk dat dit laatste het hart der Echinoiden vertegenwoordigt, maar, door het niet aanwezig zijn van een aarsvaatring, zijn verband met de achterste ligchaamsdeelen verloren heeft en dientengevolge in zijne werking tot de voorste ligchaamsdeelen beperkt is.

Onder de onregelmatige Echinoiden is het bloedvaatstelsel der Spatangiden het best bekend. Het verschilt zoowel van dat der regelmatige Echinoiden als van dat der Holothurien, hoewel het met beiden de aanwezigheid van een darmbuikvat en een darmrugvat gemeen heeft. Geen dezer beide vaten strekt zich echter ook langs het achterste gedeelte van het darmkanaal uit, en een aarsvaatring schijnt, even als bij de Holothurien, te ontbreken Ook een aan het hart der regelmatige Echinoiden beantwoordend deel is moeijelijk aanwijsbaar, daar, gelijk reeds boven (blz. 228) gezegd is, het buisvormig deel,

dat door Milne Edwards voor een vaatvormig hart werd gehouden, zich volgens Dr. Hoffmann, aan zijne beide uiteinden

Fig. 200.



Voorste gedeelte van het darmkanaal van *Spatangus purpureus*, met het verband tusschen het bloedvaatstelsel en het watervaatstelsel. Naar Hoffmann.

a bloed-watervaatring; *b b'* radiale ambulacraal-kanalen, met de ampullae; *c* zenuwring, *d* radiale zenuwstammen; *e* gedeelte van het darmkanaal (gestippeld); *f* doorgesneden slokdarm; *g* gedeelte van het buikvat; *h* steenkanaal; *l* kleine mesenteriaalplaat; *m* zijn verkalkt gedeelte (steunplaat); *o* slokdarm; *t* maagvat; *u* verbindingsvat; *v* bovenlip.

in het darmkanaal opent. Maar ter plaatse waar dit orgaan op de grenzen van de maag en den darm inmondt, ontspringt, volgens denzelfden 1) uit het buikvat een tak, het maagvat, die langs het genoemde buisvormige orgaan verder loopt en zich in den slokdarm, de maag, en het begin van den darm vertakt. Uit dit maagvat komt nu bovendien een tak, welke in den vaatring rondom den slokdarm mondt. Deze tak (fig. 200 *u*)

1) L. c. p. 61.

zoude derhalve nog het eerst als beantwoordende aan het hart der regelmatige Echinoiden kunnen worden beschouwd, ware het niet dat hij, gelijk zoo dadelijk blijken zal, nog eene geheel andere beteekenis heeft, namelijk van als verbindingstak tusschen het bloedvaatstelsel en het watervaatstelsel te dienen.

Dat zulk een verband waarschijnlijk plaats heeft, is reeds boven gezegd, maar bij andere Echinodermen is het tot dusver niet gelukt door injecties dit verband met zekerheid aan te toonen. Volgens Hoffmann dringt bij *Spatangus purpureus* het door het buikvat ingespoten gekleurde vocht, na door het maagvat en den daaruit ontspringenden tak in den vaatring geraakt te zijn, van uit dezen in het steenkanaal en in de radiale ambulacraal-kanalen met hunne ampullen. De genoemde vaatring zoude derhalve de eigenschappen van een bloedvaatring en van een watervaatring in zich vereenigen. Daar echter bij andere Echinodermen beide vaatringen afzonderlijk voorkomen, hoewel de eene tegen de andere aanligt, zoo moet het verband tusschen beide stelsels, indien dit werkelijk bestaat, ook nog langs eenen anderen weg tot stand komen.

Wij moeten hierbij echter nog doen opmerken, dat ook, wanneer zulk een verband duidelijk mogt zijn aangewezen, daaruit nog geenszins zoude volgen, dat de ambulacrale vaten eene eenvoudige voortzetting der bloedvaten zijn. Het maaksel van beiden is verschillend. Bepaaldelijk is de binnenvlakte der eersten van trilcilien voorzien, welke in de ware bloedvaten daarentegen altijd ontbreken.

Even weinig zekerheid heeft men omtrent de wijze waarop de inwendige ligchaamsholte ter eener zijde met het bloed- en watervaatstelsel, ter andere met het water, waarin het dier leeft, in verband staat. Wij gaan de omtrent het laatste door Tiedemann, Valentin en Agassiz geopperde hypothezen voorbij, daar zij gebleken zijn onthoudbaar te wezen. Eenige meerdere waarschijnlijkheid heeft de ook door Hoffmann voorgestane meening, dat het water door de randgedeelten der madreporenplaat naar

binnen zoude dringen. Alleenlijk kan dit niet op de Holothurien van toepassing zijn, daar bij dezen de madreporenplaat (de kalkzak) inwendig gelegen is. Wij zullen echter bij dezen beneden nog eenen anderen mogelijken weg leeren kennen. Eigenlijk zijn het alleen de Ophiuren en de Euryaliden, bij welken openingen in den ligchaamswand voorkomen, die groot genoeg zijn, om eenen gemakkelijken in- en uitgang voor het zeewater te veroorloven. Het zijn de ter getale van 5 of 10, vóór of ter weerzijde van de inplanting der armen, aan de buikzijde der ligchaamsschijf geplaatste genitaalspleten (fig. 190 bl. 220), aldus genoemd, omdat er ook de voorttelingsprodukten door naar buiten treden.

Wat het verband tusschen het vaatstelsel en de ligchaamsholte betreft, zoo is ook daarvoor de weg niet bekend, doch zoowel bij de Holothurien (Semper) als bij de Echinoiden (Hoffmann) zijn de fijnste takverdeelingen der vaten niet meer door wanden begrensd, maar beweegt zich het bloed in de naauwe, een net vormende tusschenruimten (lacunen) der weefsels. Is dit zoo, dan laat het zich denken, dat het bloed uit dit fijne lacunenstelsel aan de oppervlakte der organen op talrijke punten in de ligchaamsholte als in een grooten sinus kan treden.

Ten slotte moeten wij hier nog wijzen op de onmiskenbare toenadering van het darmvaatstelsel der Holothurien en der Echinoiden tot de inrigting van het bloedvaatstelsel bij vele Wormen, bepaaldelijk uit de orden der Chaetophoren en der Gephyreën.

Ademhalingsorganen.

56. Er is geene afdeeling in het dierenrijk, waarin de ademhaling op zoo velerlei wijze geschiedt als bij de Echinodermen. Aan de eerste hier gestelde voorwaarde, van namelijk het zuurstof houdende zeewater in aanraking te brengen met dunne, vliezige bekleedselen, waarin zich hetzij bloedvaten verbreiden of althans het door de stofwisseling met koolzuur beladen voedingsvocht doordringt, wordt langs zeer onderscheidene wegen voldaan.

Vooreerst moet het geheele ambulacrale watervaatstelsel (zie bl. 75) hier genoemd worden. Het is duidelijk dat dit stelsel, ook daar waar zijne hoofdverrigting die van een voortbewegingstoestel is, toch tevens voor de ademhaling dient. Niet alleen dringt daarin zeewater door, maar de zich buiten de ligchaamsoppervlakte uitstrekkende ambulacraalbuisjes worden ook onmiddellijk door het zeewater omspoeld. Bij vele Holothurien en bij sommige Echinoiden, namelijk bij de Clypeastriden en Spatangiden, die *ambulacra petaloidea* aan de rugzijde der schaal bezitten, dient slechts een gedeelte der ambulacraalbuisjes voor de voortbeweging, terwijl andere, die nimmer met den bodem in aanraking komen, geene andere beteekenis dan die van ademhalingsorganen kunnen hebben en derhalve als kieuwen te beschouwen zijn, en wel als huidkieuwen, daar, gelijk reeds vroeger gezegd is, de ambulacraalbuisjes, blijkens hunne ontwikkeling, voortzettingen der huid zijn. Bij de Holothurien onderscheiden zich de alleen voor de ademhaling dienende ambucraalbuisjes, — die trouwens geenszins bij allen voorkomen, — zoowel door hunne plaatsing aan de rugzijde van het dier, als door hunne spits kegelvormige gedaante, van de bovendien voor de voortbeweging dienende, aan de buikzijde geplaatste ambulacraalpootjes of parapodien, die elk in een zuignapje eindigen. Nog duidelijker is de bestemming tot ademhalingorganen bij de uit de *ambulacra petaloidea* der Clypeastriden naar buiten tredende aanhangsels, die niet rolrond of kegelvormig maar bladvormig zijn, met zijdelings gevederde randen, en derhalve eene groote oppervlakte aan het water aanbieden en zelfs reeds door hunne gedaante met de kieuwen van andere dieren overeenkomen.

Aan deze voor uit- en instulping geschikte huidaanhangsels sluiten zich nu andere, die, als niet met de centraaldeelen van het ambulacraalstelsel in verband staande, daarvoor niet geschikt zijn, maar toch als huidademhalingsorganen moeten beschouwd worden. Bij vele Asterien staan, inzonderheid aan de anti-ambulacrale rugzijde, kegelvormige holle aanhangsels

verspreid, die eenvoudige uitbreidingen van het weeke gedeelte der huid zijn, en bij het geslacht *Pteraster* vereenigen zulke huidaanhangsels zich tot duidelijke vertakte kieuwen, die geplaatst zijn rondom de aars, in eene eigene zich buitenwaarts openende holte of zak aan de rugzijde des diers. Ook bij de regelmatige Echinoiden komen dergelijke vertakte huidaanhangsels voor, maar hier gaan zij uit van het den mond omgevende mondvlies, en, ofschoon de zich daarin vertakkende kanaaltjes met de ligchaamsholte in opene gemeenschap en derhalve in geen verband met de inwendige deelen van het ambulacraalstelsel staan, zoodat zij dan ook niet uit- en ingestulpt kunnen worden, zoo moeten deze zoogenaamde mondkieuwen toch als vergelijkbaar bij de rondom den mond geplaatste voelers der Holothurien worden beschouwd.

Eene tweede plaats voor de ademhaling is de lichaamsholte, waarin zeewater dringt, zich met het daar reeds aanwezige vocht vermengt en zoo de binnenvlakte van den ligchaamswand en al de in de holte bevatte organen bespoelt. Zoowel de oppervlakte van dezen als de binnenvlakte van den ligchaamswand is voorzien van een trilhaarbekleedsel, waardoor de beweging van dit met water vermengd ligchaamsvocht onderhouden en zoo aan een der voorwaarden der ademhaling voldaan wordt. Bij de een waterlong missende Synaptiden bevinden zich zelfs eigendommelijke, trechter- of pantoffelvormige trilorganen, de wimpertrechters, die in de ligchaamsholte nederhangen. Zij zijn op overlangsche rijen, soms bundelgewijs, geplaatst langs het rugmesenterium en loopen uit in draden of kanalen, die, naar het schijnt, zich buitenwaarts openen. Is dit zoo, dan is daarmede tevens de weg aangewezen, waardoor mogelijkerwijze het water in dit geval in de ligchaamsholte kan treden. Zeer waarschijnlijk intusschen is dit niet, ook dan niet waneer zij werkelijk opene organen zijn, hetgeen door Semper ontkend wordt. Zij herinneren namelijk door hun maaksel de beneden nader te bespreken, zoogenaamde segmentaalorganen der Chaetophoren,

die vermoedelijk wel stoffen uit, maar geen water in het ligchaam voeren.

In de derde plaats treedt bij alle Echinodermen het darmkanaal met zijne aanhangsels als ademhalingsorgaan op. Hetzij dit buisvormig, gelijk bij de Holothurien en de Echinoiden, of zakvormig is, gelijk bij de Stelleriden, steeds is het buitengewoon wijd in verhouding tot de geheele ligchaamsgrootte; en daar in zijne wanden zich talrijke bloedvaten verbreiden, zoo biedt het inderdaad gunstiger voorwaarden voor zulk een darmademhaling aan, dan bij de meeste overige dieren het geval is. Dat de Echinodermen in het algemeen, bij het opnemen van spijs, ook veel water in hun spijsverteringskanaal brengen, spreekt van zelf, even als dat de daarin voorhanden zuurstof voor de ademhaling verbruikt wordt. De binnentreding van het water geschiedt bij de Stelleriden en de Echinoiden uitsluitend door den mond, maar bij de Holothurien wordt zeer waarschijnlijk ook het achterste, langste gedeelte van het zeer zamentrekbare darmkanaal door opzuiging, langs den weg van den aars, met water gevuld, terwijl het er later weder met kracht uitgespoten wordt. Zeker intusschen is dit niet, omdat bij deze klasse, met uitzondering der Synaptiden, in den endeldarm het reeds boven (bl. 228) vermelde boomsgewijs vertakte orgaan mondt, dat men gemeenlijk de waterlong noemt. Dit orgaan vult zich door opzuiging met water, hetwelk vervolgens door zamentrekking der wanden van de kanalen en hunne blind eindigende vertakkingen, ondersteund door de zamentrekking van den ligchaamswand zelven, weder wordt uitgespoten; maar zeer waarschijnlijk is het dat gelijktijdig ook een gedeelte van hetzelfde water den darm in- en uittreedt. Dat dit orgaan eigenlijk niet anders is dan een aanhangsel, d. i. eene uitbreiding van het darmkanaal, en dat daarmede in zooverre de straalsgewijs uit den maagzak ontspringende, desgelijks vertakte blinddarmen der Asterien overeenstemmen, is reeds gezegd (bl. 231). Indien, hetgeen wel is waar waarschijnlijk, maar tot dusver niet met zekerheid geble-

ken is, — ook deze zamentrekbare wanden hebben, dan kunnen ook zij bij de ademhaling een rol spelen. In elk geval is het duidelijk dat zij, daar zij zich in de maag openen, waarin zeewater in- en uittreedt, daaraan zij het dan ook een middellijk aandeel nemen. Een uitsluitend voor de ademhaling dienend orgaan is trouwens de zoogenaamde waterlong der Holothurien voorzeker ook niet. Dat dit orgaan ook nog andere verrigtingen heeft, wordt namelijk zeer waarschijnlijk gemaakt door de omstandigheid dat het boven (bl. 238) vermelde bloedvat, hetwelk uit eene vereeniging van takjes uit het darmrugvat ontstaat, zich niet over de geheele long, maar alleen over hare linker afdeeling in takken verdeelt. Het schijnt derhalve dat alleen deze de bestemming heeft om als een ademhalingsorgaan te dienen, hetwelk dan echter ten onregte long genoemd wordt, daar het, geen lucht maar water opnemende, eigenlijk een inwendige kieuw zoude zijn. Maar bovendien maken eenige waarnemingen van Semper het waarschijnlijk, dat de blaasjes, waarin de takjes eindigen, elk eene kleine, door een kringspiertje gesloten opening hebben, die alleen onder gunstige omstandigheden zigtbaar wordt, en waaruit soms de rand van een trechtertje uitsteekt. Indien deze waarneming zich bevestigt, dan zoude daardoor nader de overeenkomst van dit orgaan worden bewezen met andere dergelijke bij de Gephyreën voorkomende deelen, welke als voor excretorische verrigtingen dienende worden beschouwd, en die wij bij de behandeling dezer orde nader vermelden zullen. Bovendien zoude het mogelijk zijn, dat langs dien weg water in en uit de ligchaamsholte geraakt.

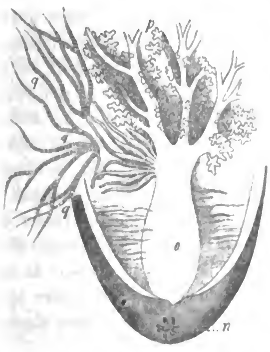
Uitscheidingsorganen.

57. Uit het zoo even gezegde volgt reeds, dat er redenen zijn, om in de waterlong der Holothurien een niet enkel voor ademhaling, maar ook voor excretie dienend orgaan te zien. Zeer waarschijnlijk zijn ook de boven (bl. 229) vermelde korte interradiale blinddarmen, die, bij de een aars bezittende Asterien,

achter de maag uit den korten endeldarm ontspringen, excretie-organen. Doch wat de overige Echinodermen betreft, zoo ontbreken bij hen deelen, die men op eenigen afdoenden grond als zoodanig zoude kunnen duiden, en schijnt het veeleer alsof de uitscheiding van vaste en vloeibare excretieproducten alleen door het darmkanaal geschiedt.

Toch moeten wij hier nog gewag maken van organen, welke, naar hunnen eersten beschrijver, gewoonlijk de Cuviersche organen genoemd worden, en die alleen bij de Holothurien, wederom met uitzondering der Synaptiden, worden aangetroffen. Zij bevinden zich in het achterste gedeelte der ligchaamsholte en hangen zamen hetzij met den endeldarm of met den daarin mondenden stam van de waterlong (Fig. 201). Zij vertoonen bij onderscheidene soorten eene eenigzins verschillende gedaante. De meest gewone is die van meer of minder talrijke, blinddarmachtige, niet vertakte, tamelijk dikke buizen, die bundels- of bezemsgewijs vereenigd zijn. In eenige gevallen (bij *Mülleria* en *Pentacta*) hebben zij den vorm van draden, die kransgewijs met kleine ingesneden lobjes omzet zijn; in nog andere (*Molpadia*) bestaan zij uit een steel met trosgewijs daarmede verbonden blaasjes. Tot hiertoe kent men de verrigting dezer organen niet. Sommigen hebben vermoed dat zij een nier zijn, doch dit vermoeden berust op eene loutere gissing Volgens SEMPER zouden zij zelfs niet het maak-

Fig. 201.



Achtereinde van *Mülleria lecanora*, geopend. Naar JOH. MÜLLER. *o* cloaca, *p* long, *q q q* Cuviersche organen; *n* aars.

sel eener klier hebben, waardoor dit vermoeden van zelf vervallen zoude.

Weekdieren.

58. Het maaksel der Weekdieren biedt in zijn geheel, bij de talrijke daaronder gerangschikte vormen, zoovele verschillen aan, dat het niet verwonderen kan, dat deze zich ook openbaren in het maaksel der voedingsorganen. Intusschen zijn er toch eenige weinige punten, waarin alle of verreweg de meesten ten dien aanzien gezegd kunnen worden overeentestemmen. Alle Weekdieren bezitten een vrij in de ligchaamsholte opgehangen spijsverteringskanaal, dat door het in de ligchaamsholte bevatte voedingsvocht omspoeld wordt. Het achterste gedeelte van dit kanaal maakt bij de meesten (de Lamellibranchien uitgezonderd) eene lisvormige ombuiging naar voren, ten gevolge waarvan de aars tot den mond nadert. Een lever ontbreekt althans bij de hoogere vormen nooit en bereikt dikwijls een aanmerkelijken omvang. Speekselklieren komen slechts bij diegenen voor, welke een kop en een daarin gelegen pharynx bezitten. Alleen met uitzondering der Bryozoën hebben allen een bloedvaatstelsel en doorgaans ook een zakvormig hart als centraaldeel van den bloedsomloop. In de hoogere klassen (*Cephalopoda*, *Gasteropoda*, *Pteropoda*, *Lamellibranchia*, de *Mollusca genuina* van Huxley of *Otocardia* van Haeckel) heeft dit altijd een of twee, zeer zelden (bij *Nautilus*) vier voorkamers, in overeenstemming met het getal der ademhalingsorganen, waaruit het hart het slagaderlijk geworden bloed ontvangt en verder door het ligchaam rondstuwt. Dit laatste is een punt van verschil met de Visschen, wier hart het aderlijke ligchaamsbloed door de kieuwen drijft. In bepaalde gevallen voegen zich echter bij dit slagaderlijke hart ook nog aderlijke hulpharten. Zeer algemeen dringt ook het water door eigene openingen het ligchaam binnen en vermengt zich bij velen met het bloed. Een excretie-orgaan, dat de beteekenis van een nier heeft, wordt bij alle hoogere vormen aangetroffen.

Uit dit overzigt blijkt, dat de typus der Weekdieren eene zeer hooge differentieering der voedingsorganen toelaat en ten dien aanzien niet voor den typus der Gewervelde dieren onderdoet. Echter moet men hierbij wel in het oog houden, dat in de bewerktuiging der eersten merkelijk grootere verschillen dan bij de laatsten bestaan, vooreerst wat den graad van zamengesteldheid betreft, en ten tweede ook in de organen zelve. Alleen in de groepen der Cephalopoden, Gasteropoden, Pteropoden en Lamellibranchien is een doorloopend plan van bewerktuiging duidelijk herkenbaar. Ook dat der kleine groep van de Solenochonchen of Scaphopoden laat zich nog grootendeels daartoe terugbrengen. Maar in de groepen der Brachiopoden, der Tunicaten en der Bryozoën ontmoet men verschillen, die te groot zijn, dan dat zij eenvoudig als wijzigingen in het algemeene plan zouden kunnen beschouwd worden. Hier moet men niet zelden de punten van vergelijking in andere afdeelingen van het dierenrijk zoeken, wanneer het namelijk blijkt, dat organen, die wel is waar in verrigting met die van andere Weekdieren overeenstemmen, toch hetzij door hun maaksel of door hunne betrekkelijke plaatsing te zeer daarvan afwijken om eenvoudig als homologe deelen beschouwd te worden. Het is vooral de groote groep der Wormen, welke zulke punten van vergelijking aanbiedt, hoewel zij ook in die der Gelede dieren en zelfs der Gewervelde dieren geenszins geheel ontbreken.

Dit een en ander kan echter, ten opzigte der voedingsorganen, eerst blijken bij eene eenigzins in de bijzonderheden tredende beschouwing.

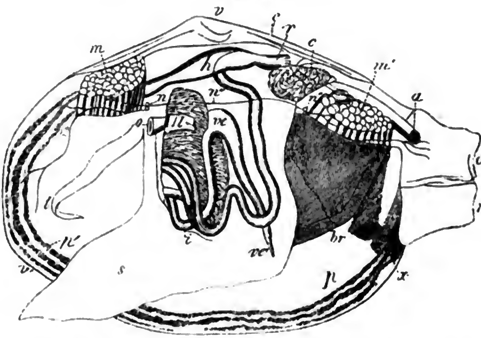
Mond, grijp- en kaauwtoestellen.

59. Niet bij alle Mollusken ligt de mond aan de oppervlakte des ligchaams, zoodat zijne opening dadelijk in het oog valt. Dit is eigenlijk alleen het geval bij diegenen, welke een kop als bijzonder ligchaamsdeel hebben, namelijk alle Cephalopoden en Gasteropoden, alsmede bij de Pteropoden, hoewel bij velen van de-

zen (*Hyaleidae*) de kop slechts rudimentair is. In het algemeen is bij de zoodanigen de mond aan het vooreinde des ligchaams geplaatst, doch in beide laatstgenoemde klassen eenigzins aan de buikzijde.

In de overige klassen, d. i. bij de Koplooze Weekdieren in het algemeen, ligt de mond meer of minder verborgen. Bij de Brachiopoden en bij de Lamellibranchien (fig. 202 volg.) opent hij zich als een overdwarse spleet in de mantelholte, bij de eersten tusschen de beide kieuwarmen, bij de laatsten tusschen den voet en de voorste sluitspier (*Dimyaria*) of, bij diegenen welke slechts een enkele sluitspier bezitten (*Monomyaria*), op eenigen afstand vóór

Fig. 202.



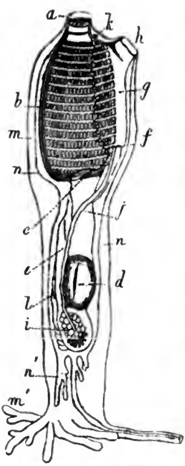
Anatomie van een Plaatkieuwig Weekdier, uit de afdeeling der *Dimyaria siphonostomata*; half schematisch

v top van de schelpklep; *v'* onderste rand van de schelpklep; *s* voet; *p p'* mantel; *br* kieuw; *m* voorste-, *m'* achterste sluitspier; *rs* ademhaling-sipho; *cs* cloaca-sipho; *o* mond; *t* een der mondvoelers; *ve* maag; *ve'* zijn blindzak; *l* lever; *i* darm; *r* endeldarm; *a* aars; *h* hart; *n* bovenslokdarmknoopen; *n'* kieuwknoopen; *n''* verbindingstreng; *n'''* zenuwtakken; eijerstok.

deze. Wat de Tunicaten betreft, zoo is het vooraf noodig te bepalen welke opening men mond moet noemen, iets dat afhangt van de wijze, waarop men het overige maaksel dezer dieren duidt Alle Tunicaten namelijk hebben eene voorste ligchaamsopening, waardoor het water en daarmede tevens het voedsel geraakt in een ruimen zak, die achterwaarts zich door een tweede naauwe opening voortzet in het spijsverteringskanaal (fig. 203 en 204 bl.

252.) Die zak nu bevat ook den geheelen ademhalingstoestel, onder den vorm van een door talrijke kleine openingen doorboord vlies, dat zich tegen den binnenwand van dien zak aanlegt (*Ascidiae* e. a.), of van een zich schuins door de ligchaamsholte uitstrekkenden band (*Salpa*). De vraag ontstaat nu: welke der beide genoemde openingen, de uitwendige of de inwendige, mond moet worden genoemd. Eene vergelijking met andere Weekdieren, met name met de Lamellibranchien, waar zich de mond ook opent in eene holte, de mantelholte, welke tevens de ademhalingsorganen bevat, heeft er toe geleid om aan te nemen dat de ware mond zich aan het begin van het spijsverteringskanaal zoude bevinden, achter aan den kieuwzak, terwijl men dan de voorste opening van dezen en tevens van het ligchaam zelf als b u c c a a l o p e n i n g onderscheidt. Deze laatste zoude dan vergelijkbaar zijn bij de invoering- of ademhalingsipho van die Lamellibranchien, welke een gesloten mantel hebben (bl. 83). Voor deze opvatting pleit ook nog de vergelijking met de Bryozoën. Bij dezen bevindt zich de mondopening altijd aan het achtereinde van den kieuwrankenkrans, hetzij in het midden der kringvormige schijf, welke dezen draagt (*Stelmatopoda*), of bij diegenen, waar de kieuwranken aan een hoefijzervormig deel zijn ingeplant (*Lophopoda*), op het punt waar de beide armen van dit deel elkander ontmoeten. Wanneer nu deze geheele kieuwrankenkrans met het vooreinde van den endocyst, door de werking der *m. m. retrac-*

Fig. 203.

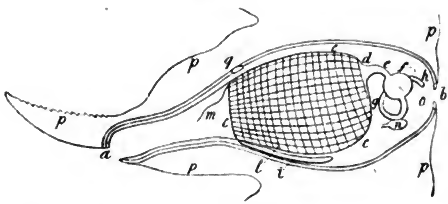


Clavellina lepadiformis.

a buccaalopening of mond; *b* kieuwzak; *c* begin van den slokdarm; *d* maag; *e* darm; *f* aars; *g* cloaca-holte; *h* cloacaal-opening; *i* voorttelingsklieren; *j* eileider; *k* centraal-zenuwknoop; *l* hart; *m* buitenste hulsel; *m'* wortelvormige uitloopers van dit hulsel; *n* binnenste hulsel; *n'* voortzettingen daarvan. — Naar MILNE EDWARDS.

tores (bl. 109) in den ektocyst wordt teruggetrokken en zich daarbij de kieuwranken tegen elkander aanleggen, dan ontstaat een toestand, welke zich laat vergelijken bij dien van een Tunicaat. Het hoofdverschil zoude alleen daarin bestaan, dat bij dezen de kieuwzak niet, bij de Bryozoën wel voor uit- en instulping geschikt is, en zich bovendien bij het naar buiten treden in een aantal afzonderlijke deelen scheidt, door welker trechtergewijze uitbreiding de ademhalende oppervlakte vergroot wordt.

Fig. 204.



Een individu van een *Pyrosoma*-kolonie. Schematisch.

a buccaalopening of mond; *b* cloacaalopening; *c* kieuwzak; *d* ingang van het spijsverteringskanaal; *e* slokdarm; *f* maag; *g* darm; *h* aars; *i* endostyl; *l* buikggoef; *m* trilboog; *n* hart; *o* cloacaholte; *p* algemeen hulsel der kolonie; *q* zenuwknoop.

Men kan zich echter ook nog op een ander standpnnt plaatsen, hetwelk zelfs, naar het ons toeschijnt, het juistere is.

Bij de Gewervelde dieren opent zich namelijk de aldaar mond genoemde opening ook nimmer regtstreeks in het spijsverteringskanaal, maar altijd gaat daaraan eene mond- en keelholte (*pharynx*) vooraf, en bij de Visschen bevinden zich in de laatste ook de spleten, waardoor heen het door den mond opgenomen water over de kieuwen stroomt, even als door de trouwens veel talrijkere openingen in den kieuwzak eener Ascidie.

Bij het op den laagsten trap van bewerktuiging staande Gewerveld dier, *Amphioxus* (verg. Dl. II. 1ste Afd. bl. 1005), is zelfs de overeenkomst nog grooter, niet alleen uithoofde der aanwezigheid van een waren kieuwzak, met een zeer aanmerkelijk

getal van spleetopeningen in zijne wanden, maar ook omdat het water, dat voor de ademhaling gediend heeft, door eene enkele achterwaarts geplaatste opening, den *porus abdominalis*, weder ontlast wordt, welke inderdaad geheel geacht kan worden te beantwoorden aan de cloacaal-opening der Tunicaten.

Hieruit zoude derhalve volgen, dat wat men buccaalopening bij de Tunicaten noemt, eigenlijk de ware mondopening is, gevolgd door eene mond- en keelholte, welke laatste de ademhalingsorganen bevat. Alleenlijk neemt deze bij de Tunicaten eene, in verhouding tot het overige ligchaam, veel grootere ruimte in dan bij de Gewervelde dieren. Ook kunnen wij hier nog aanstippen, dat het, wegens zijne gedaante en verdere bewerktuiging, gewoonlijk onder de Wormen gerangschikte geslacht *Balanoglossus* ten dien aanzien met de Tunicaten en de Gewervelde dieren overeenkomt.

60. Organen, welke voor het grijpen en verkleinen van het voedsel geschikt zijn, komen wel bij vele Weekdieren, maar niet bij allen voor. Zij ontbreken geheel in de klasse der Tunicaten, waar de binnenvoering van het water in de kieuwholte deels het gevolg is van de strooming, verwekt door de trilcilien aan de binnenvlakte van deze, deels van de actieve beweging, veroorzaakt door de zamentrekking der ligchaamsspieren. Ook in de klassen der Bryozoën, der Brachiopoden en der Lamellibranchien speelt de trilbeweging, als een der middelen tot aanvoer van het voedsel, nog eene groote rol, maar toch zijn hier organen aanwezig, welke op meer actieve wijze daaraan deelnemen. Eenigen der eerstgenoemden, namelijk alle *Lophopoda*, hebben een mondklepje dat zich opent en sluit, en onder de *Stelmatopoda* zijn er, waar aan elke cel, doorgaans niet ver van hare opening, een zonderling, vogelbekachtig deel (*avicularium*) voorkomt, tusschen welks beide kaken, die naar elkander toe en van elkander af kunnen bewogen worden, kleine diertjes vastgeklemd worden aangetroffen (verg. bl. 91).

Daar deze echter doorgaans te groot zijn om als zoodanig tot spijs gebruikt te kunnen worden en de kleine grijptoestel zich steeds op eenigen afstand van de mondopening bevindt, zoo dient deze waarschijnlijk alleen om de prooi te grijpen en zoolang vast te houden, totdat zij in ontbinding is overgegaan en de kleine zich daarbij afscheidende deeltjes of wel de daarop azende Infusoriën, door de trilhaarbeweging aan de oppervlakte der armen, naar de mondopening worden gevoerd. Met eenigen grond zoude men kunnen aannemen, dat die kleine grijptoestellen, welke door knopvormig ontstaan, niet als bijzondere organen, maar als individu's moeten worden beschouwd, welke, evenals de voedingspolypoiden der Siphonophoren, met de taak der voeding van de kolonie belast zijn, echter met dit verschil dat, terwijl deze de spijs niet alleen grijpen maar ook verteeren, de avicularien alleen het eerste doen.

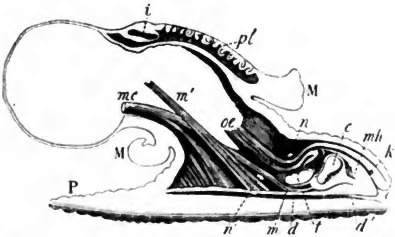
Bijzondere grijporganen ontbreken wel is waar aan de Brachiopoden, maar men mag veilig aannemen dat de beide kieuwarmen (fig. 223 bl. 276), waartusschen de mond geplaatst is, behalve door de trilbaarbeweging aan de zich langs hunne binnenzijde uitstrekkende en naar den mond geleidende groeve, ook door hunne eigene actieve beweging medewerken tot het voeren van de spijs naar den mond.

Hetzelfde geldt van de mondlappen of mondvoelers der Lamellibranchien (fig. 225 bl. 269 en fig. 226 bl. 270), die paarsgewijze hetzij voor en achter de mondspleet of, wanneer deze zich boogsgewijs naar achteren ombuigt, regts en links daarvan geplaatst zijn. Dat ook zij dienst doen tot het voeren van spijs in den mond, wordt reeds daardoor bewezen, dat men in het darmkanaal der Lamellibranchien niet zelden ligchaampjes aantreft, zooals zandkorrels en soms kleine stukjes wier, die veel te groot en te zwaar zijn om door de trilbeweging te worden medegevoerd.

Merkelijk zamengestelder is de kaauw- en grijptoestel bij alle een kop bezittende Weekdieren, de Pteropoden, Gasteropoden

en Cephalopoden; en ook bij zoodanige vormen, gelijk de Hyaleiden en Dentaliden, bij welke geen eigenlijke kop met daaraan geplaatste zintuigen tot ontwikkeling komt, wordt toch een dergelijke toestel aangetroffen. Ofschoon deze bij de talrijke tot die groepen behoorende dieren nog velerlei verschil aanbiedt, overeenkomstig den aard van het voedsel en het geheele overige maaksel des diers, kan men er toch duidelijk een algemeen plan in herkennen. Bij allen geeft de door lippen begrensde mondopening toegang tot eene mondholte, waarin een van spierachtige wanden voorzien s l o k d a r m h o o f d zich opent, dat zich achterwaarts in den slokdarm voortzet (fig. 205). Aan

Fig. 205.

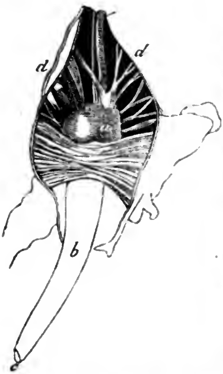


Loodregte doorsnede van *Helix pomatia*. Naar KEFERSTEIN. De ingewanden zijn verwijderd. M M mantel; P voet; *o* mond; *k* kaak; *mh* mondholte; *c* tongkraakbeen; *t* tong; *oe* slokdarm; *n n'* doorsnede van den zenuwslokdarmring; *m musculus retractor pharyngis*; *mc musculus columellaris*; *m'* spier naar het darmkanaal; *d* voetklier; *pl* longholte; i endeldarm.

de voor-buitenzijde van dit slokdarmhoofd, derhalve in de mondholte puilende, bevinden zich een of twee h o o r n k a k e n, en binnen in de holte van het slokdarmhoofd ligt de t o n g, overdekt door de uit rijen van chitine-tandjes bestaande w r ij f p l a a t (*radula*) Deze geheele mondtoestel kan bij vele Gasteropoden, door aandrang van het in de ligchaamsholte bevatte vocht, worden naar buiten gedreven (zonder echter, gelijk bij vele Wormen, daarbij eene omstulping te ondergaan), waardoor dan een slurp, ontstaat (fig. 206 volg. bl.), die soms, — inzonderheid bij zoophage soorten, — eene aanmerkelijke lengte bereikt. Voor

de terugtrekking van dien slurp dienen bijzondere spieren, die zich deels aan den ligchaamswand inplanten, deels takken van den *m. columellaris* zijn. Bij dezen mondtoestel kunnen zich echter in bepaalde gevallen nog andere deelen voegen, die ook den dienst van grijporganen doen. Als zoodanig noemen wij hier de reeds vroeger (bl. 121) vermelde vangarmen der Cephalopoden, voorts de haakorganen van sommige Pteropoden (*Clione*, *Pneumodermon*), die uit de mondholte kunnen naar buiten treden en dan tot grijpen der prooi dienen, den zoogenaamden g r ij p r i n g vooraan in de mondholte der *Dorididae* enz.

Fig. 206.



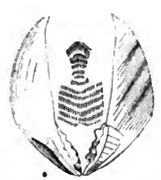
Slurp van *Buccinum undatum*, in uitgestulpten toestand. Naar Cuvier.

a ingestulpt achterste gedeelte van den slurp; *b* uitgestulpt gedeelte daarvan; *c* mond; *d d musculi retractores.*

61. Elk der bovengenoemde deelen van den mondtoestel vordert eene korte afzonderlijke beschouwing.

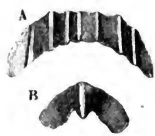
De deelen, welke men gewoonlijk h o o r n k a k e n noemt, bestaan eigenlijk uit eene chitinezelfstandigheid, welke afgescheiden is door een gedeelte van het epithelium

Fig. 207.



Hoornkaken van *Antiopa cristata*, met daartusschen bevatte wrijfplaat.

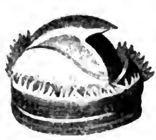
Fig. 208.



A kaak van *Helix pomatia*; B kaak van *Limax cinereus*. Naar Troschel

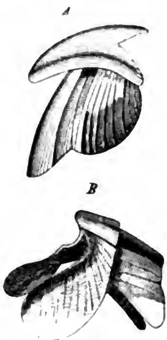
der mondholte als matrix, hetzij door dat hetwelk de binnenvlakte der lippen bekleedt of door dat van het in de mondholte puilende slokdarmhoofd. Op grond van dit verschil zoude men de kaken nog in lipkaken en keelkaken kunnen onderscheiden. Zij vertoonen drieërlei hoofdvormen. Vooreerst dien van links en regts geplaatste, zijdelings naar elkander toe beweegbare plaatjes (fig. 207), meestal met gladde, soms met getande buitenranden. Het getal dezer plaatjes verschilt; gewoonlijk is echter slechts één paar aanwezig. Zulke horizontaal beweegbare kaken, van verschillende grootte en gedaante, komen zeer algemeen voor bij de in zee levende Gasteropoden en Pteropoden. Zij kunnen vergeleken worden bij de hoornkaken van sommige Borstelwormen, die eenen dergelijken oorsprong en plaatsing hebben.

Fig. 209.



Kaken van *Sepia officinalis*, omgeven van den lippenzoom.

Fig. 210.



A Bovenkaak.
B Onderkaak.

De tweede hoofdvorm (fig. 208), welke bij op het land levende Longslakken wordt aangetroffen, is die van eene enkele onparige boogvormige plaat, welke tusschen de bovenlip en het slokdarmhoofd gelegen is.

Tusschen deze beide hoofdvormen plaatsen zich echter andere in. Eenige in de zoete wateren levende Longslakken, zooals *Limnaea*, en eenige Pteropoden, zooals *Clionopsis*, hebben drie kaakjes, twee zijdelingsche en een bovenste middelste. Bij nog anderen, b. v. *Ancylus*, *Vaginulus* e. a., is het getal der kaakplaatjes nog grooter. Ook komen er onder de in zee levende Gasteropoden voor, zooals *Natica*, *Marsenia*, waar de beide zijdelingsche kaken bovenwaarts digt tot elkander naderen en zich als de helften van een enkele boogvormige kaak vertoonen.

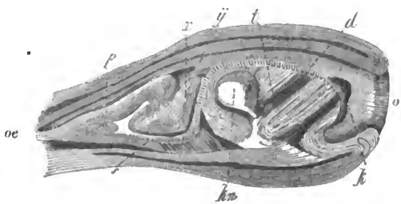
Veel meer eigendommelijk is de derde hoofdvorm, die aan de Cephalopoden eigen is (fig. 209 en 210 vor. bl.). Deze bezitten twee in vertikale rigting tegen elkander beweegbare hoornkaken, welke vereenigd op den snavel van een papegaai gelijken, doch met dit verschil dat de onderkaak breeder is dan de bovenkaak en deze bij de sluiting der kaken omvat. Elk dezer kaken is hol en heeft een gebogen snavelvormig voorste gedeelte, dat vrij in de door de kringvormige lip begrensde mondopening uitpuilt en zich achter- en zijwaarts voortzet in een paar breede vleugelachtige lobben. In de holten daarvan dringen voortzettingen van het slokdarmhoofd, die als het ware een mal uitmaken voor de haar als kappen van binnen en van buiten bedekkende hoornplaten. De in de mondholte puilende snavelgedeelten der kaken hebben scherpe randen, en haar wand is het dikst nabij de spits. Zij bestaan uit eene bruinachtige chitinezelfstandigheid, die zich laagsgewijs heeft afgescheiden. Alleen bij *Nautilus*, waar deze kaken bijzonder krachtig zijn, breidt zich over haar voorste gedeelte eene dunne kalklaag uit.

Uit het gezegde blijkt, dat de kaken der Cephalopoden zijn, wat wij boven keelkaken hebben genoemd. Die van het meerendeel der Gasteropoden zijn daarentegen lipkaken. Doch onder de Opisthobranchien hebben de Aeoliden kaken die aan het slokdarmhoofd bevestigd en dus ook keelkaken zijn.

62. Tot de merkwaardigste en meest eigendommelijke organen der Kopdragende Weekdieren behoort de in de holte van het slokdarmhoofd bevatte tong. In het algemeen regtvaardigt de gedaante van dit deel zijne benaming, alhoewel het in menigerlei opzigt van het aldus genoemde deel der Gewervelde dieren verschilt. Het ontspringt (fig. 211) van den benedenwand van het slokdarmhoofd, in welks holte het zich voorwaarts, met een bovenwaartsche bogt, uitstrekt, in dier voege dat daarboven eene opene ruimte blijft, die naar den ingang van den slokdarm geleidt. Men onderscheidt aan de tong drie bestanddeelen,

namelijk de **spierlaag**, het **kraakbeen**, en de **wrijfplaat**. De spierlaag vormt de onderste en zijdelingsche gedeelten van de tong; zij ontspringt als twee strooken uit den spierwand van het slokdarmhoofd. Deze strooken loopen voorwaarts zamen, maar sluiten achterwaarts een (bij de Pulmonaten) of twee (bij de meeste Prosobranchien) kraakbeenstukken tusschen zich in, waaraan zich de spiervezelen inplanten. Aan de bovenoppervlakte van dit kraakbeenstuk bevindt zich de wrijfplaat, daarop bevestigd door tusschenkomst van een vlies, het grondvlies. Het

Fig. 211.



Overlangsche doorsnede van de mondholte met het slokdarmhoofd van *Triton nodiferum*. *o* mond; *k* een der kaken; *d* wrijfplaat; *t* tongspier; *kn* tongkraakbeen; *s* tongscheede; *p* tongpapil; *y* opening van den slokdarm boven de tong; *x* dwarse plooi van den slokdarmwand achter de tong; *oe* slokdarm.

kraakbeen dient derhalve tot vaste onderlaag voor de wrijfplaat, en, terwijl het zelf door de spieren bewogen wordt, deelt zich die beweging aan de wrijfplaat mede. Deze laatste bestaat uit een chitine-vlies met talrijke zich daarop verheffende tandjes en zet zich achterwaarts, met het grondvlies, voort in een eigen deel, dat men gewoonlijk de **tongscheede** noemt (fig. 212 en 213 volg. bl.), ofschoon ten onregte, daar het niet anders dan het vormingsorgaan van de wrijfplaat is, welke daarin aan de oppervlakte eener benedenwaarts bolle matrix wordt afgescheiden. Deze tongscheede kan langer of korter zijn, naar gelang der soort. Bij de Gasteropoden puilt zij meestal buiten het slokdarmhoofd in de ligchaamsholte uit, als een zak- of buisvormig aanhangsel en soms (bij *Littorina*, *Patella*) is dit zoo

lang, dat het zich niet alleen tot achter in de ligchaamsholte uitstrekt, maar zich aan zijn uiteinde nog spiraalsgewijs oprolt.

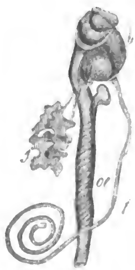
Fig. 212.



Spijsverteringskanaal van *Turbo rugosus*. Naar SOULEYET.

a slokdarmhoofd *b* zenuwring; *c* tongscheede; *d* maag; *l* haar spiraalvormig aanhangsel; *f* darm; *g* aars.

Fig. 213.



$\frac{1}{2}$ *b* slokdarmhoofd; *t* tongscheede; *oe* slokdarm, *s* speekselklieren, van *Littorina littoralis*.

De in dit orgaan bevatte matrix, die aan hare oppervlakte uit een epithelium bestaat, is als het ware de mal van de zich daaraan door afscheiding vormende wrijfplaat, waarvan de jongere gedeelten bestemd zijn achtereenvolgens de plaats in te nemen der oudere, die door de afslijting verloren gaan. Men kan deze allengs voorgaande vorming en opschuiving der wrijfplaat van achteren naar voren, met behoud van het verband met het onderliggend tongkraakbeen, het best vergelijken bij de beweging van een nagel over zijn nagelbed.

Het maaksel der wrijfplaat (fig. 214, 215, 216, 217 bl. 262) biedt groote verschillen aan, die ten deele ook kenmerkend voor

verschillende groepen zijn en daarom bij de systhematische rangschikking kunnen gebruikt worden (verg. 1ste Afd. bl. 849, 853, 855, 858, 860). De zich daaraan verheffende tandjes vertoonen dikwijls eene geringe opbruising met zuren en bevatten dan ook eene kleine hoeveelheid koolzuren kalk, maar bestaan overigens geheel uit dezelfde zelfstandigheid als de kaken, namelijk chitine, welke meestal lichtgeel, soms bruin gekleurd, maar dikwerf geheel kleurloos is. Deze tandjes zijn haaksgewijs achterwaarts omgebogen plaatjes, met een of meer spitsen, die zeer geregeld op overdwarse rijen geplaatst zijn. Doorgaans neemt een enkele overlangsche rij het midden in, en men onderscheidt dan die welke zich ter weerzijde daaraan sluiten, als tusschenplaten, zijdeplaten en randplaten. Deze bieden bij de Pulmonaten slechts geringe onderlinge verschillen aan, hoewel zij bij hen buitengewoon talrijk zijn; maar bij de in zee levende Prosobranchien bestaan gewoonlijk aanmerkelijke verschillen in de gedaante der tandjes die tot dezelfde dwarse rij behooren. Meestal bepaalt zich de bewegelijkheid dezer tandjes tot een oprigten, waardoor de gezamenlijke oppervlakte scherp als die van een vijl wordt. Doch in eenige gevallen is die bewegelijkheid merkelijk grooter, namelijk bij de klaauwvormige zijdeplaten der Heteropoden (fig. 216 volg. bl.) en de pijlvormige, dikwijls nog van weerhaakjes voorziene tandplaatjes der soorten van *Conus* (fig. 217 volg. bl.) en eenige verwante geslachten. Zulke tandpijltjes zijn ook aan hun achtereinde van een dun draadvormig

Fig. 214.



Wrijfplaat der tong van *Paludina vivipara*. Naar TROSCHEL.

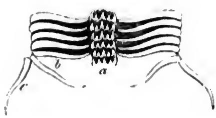
spiertje voorzien, waarmede zij, na uit den mond gebragt te zijn, kunnen worden teruggetrokken. Onder de Opisthobranchien zijn er eenigen (*Tethys*, *Phyllidia*), die een wrijfplaat missen. Gewoonlijk echter is zij ook bij de soorten dezer orde aanwezig, evenals bij de Pteropoden en bij de Dentaliden, en vertoont overal hetzelfde typische maaksel, alhoewel met menigvuldige wijzigingen in de betrekkelijke lengte en breedte, het getal der rijen van tandplaatjes en de gedaante van dezen.

Fig. 215.



Een lid der wrijfplaat van *Bythinia tentaculata*. Naar TROSCHEL.

Fig. 216.



Gedeelte der wrijfplaat van *Pterotrachea coronata*. Naar GEGENBAUR: *a* middel-, *b* tusschen- en *c* zijdeplaten.

Fig. 217.

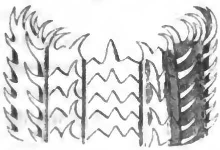


Een tand van *Conus tulipa*. Naar QUOY en GAIMARD.

Dezelfde toestel wordt ook aangetroffen in het slokdarmhoofd der Cephalopoden. De wrijfplaat van dezen heeft gewoonlijk 7 tandjes in elke rij (fig. 218). Soms echter (bij *Loligo*, *Eledone*), klimt dit getal tot 9, bij *Nautilus* tot 13. Het vormingsorgaan der wrijfplaat, de tongscheede, strekt zich niet als een bijzonder deel uit, maar ligt in de dikte der eigenlijke tong verborgen en daarin als het ware teruggeslagen. Aan haar vooreinde bevindt zich nog een dik, vleezig, met papillen bezet verlengsel, waarin

men een smaakorgaan vermoedt, en aan de zijranden der tong verheffen zich twee lobben, die zich met hare buitenvlakten tegen de binnenvlakte der in het slokdarmhoofd dringende zijdeplaten der bovenkaak aanleggen. Deze lobben vormen een soort van gehemelte en zijn aan haar breedste gedeelte bezet met chitinetepeltjes. Zij versmallen zich achterwaarts en, terwijl zij allengs tot elkander naderen, begrenzen zij een gootvormig kanaal, dat naar den slokdarm geleidt.

Fig. 218.



Achterste gedeelte der wrijfplaat van *Architeuthis dux*; zwak vergroot.

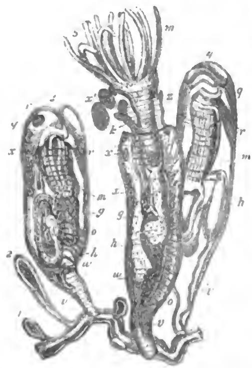
Spijsverteringsorganen.

Het **spijsverteringskanaal** der Weekdieren neemt steeds eene aanmerkelijke ruimte in hun ligchaam in. Meestal overtreft het dit zeer in lengte, en, terwijl het zich eerst achterwaarts uitstrekt, buigt het zich vervolgens wederom naar voren, om zich (met zeldzame uitzonderingen) met een aars op korteren of grooteren afstand van den mond buitenwaarts te openen. Men kan daaraan altijd drie hoofdafdeelingen onderscheiden: den **voordarm** of **slokdarm**, den **middeldarm** en den **einddarm**. Steeds is een gedeelte van den middeldarm tot een **maag** uitgezet. Maar behalve deze nimmer ontbrekende verwijding, kunnnen daaraan nog andere plaatselijke uitzettingen voorkomen, die dan als **krop**, **voormaag**, **kaauwmaag** enz. onderscheiden worden. Overigens bestaan ten aanzien van de gedaante en het beloop van dit darmkanaal bij de onderscheidene klassen en orden nog vele verschillen, waarvan wij de voornaamste willen noemen.

64. Het is inzonderheid door het maaksel van hun spijsverteringskanaal, dat zich de Bryozoën aan de Weekdieren aansluiten en zich van andere afdeelingen des dierenrijks verwijderen (fig. 219). Het strekt zich tot nabij het einde der ligchaamsholte uit, buigt

zich daar tot een lis om, welke door een streng (*funiculus*), die als een mesenterium kan beschouwd worden, aan den ligchaamswand bevestigd is, en strekt zich vervolgens weder voorwaarts uit tot aan den aars, die zich digt achter den kieuwrankenkrans aan de rugzijde opent. De nederdalende tak bestaat uit den betrekkelijk langen slokdarm en de maag; de opstijgende tak uit den darm en het ruggedeelte van de maag. De maag vormt namelijk een blindzak, die tevens het meest achterwaarts gelegen gedeelte van het spijsverteringskanaal is. Bij sommige Stelmatopoden gaat daaraan nog een **voormaag** vooraf, die door eene insnoering van de eigenlijke maag gescheiden is, en bij eenige Ctenostomen (*Farrella*, *Bowerbankia*, *Hislopia*) wordt deze voormaag tot een ware kaauwmaag (fig. 220), gelijk blijkt uit de op schuinsche rijen aan de binnenvlakte digt bijeen geplaatste harde, ruitvormige knobbeltjes, die vermoedelijk uit eene chitine-zelfstandigheid bestaan. In den maagwand daar ter plaatse bevinden zich dan twee tegen elkander over geplaatste spiermassa's, die door hunne zamentrekking de maagwanden tot elkander doen naderen. De slokdarm en een gedeelte der maag zijn inwendig met trilcilien bezet, doch deze ontbreken in den darm.

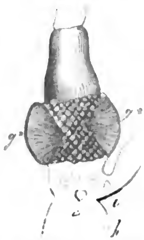
Fig. 219.



Farrella (*Laguncula*) *repens*, naar VAN BENEDEN, bij 100-malige vergrooting.

1, 2, 3, 4, 5 individu's in verschillende ontwikkelingstoestanden; *m* kieuwrankenkrans; *q* voorste, *r* achterste m. m. *parietovaginales*; *u* m. *retractor*; *g* kaauwmaag; *h* achterste gedeelte der maag; *k* uiteinde van het darmkanaal met den aars; *x* eijerstok; *x'* eijeren; *z* opening voor de eijeren; *u* zaadklier; *v* *funiculus*.

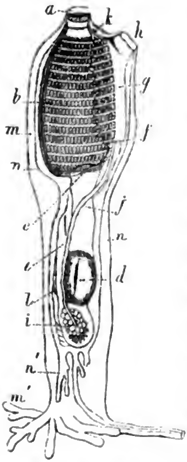
Fig. 220.



Kaauwmaag van *Bowerbankia densa*. Naar FARRE.

Somtijds vertoont het achterste gedeelte der maag eene bruine kleuring, waaruit men wel besluiten mag, dat daar een voor de spijsvertering dienend vocht, een maagsap, wordt afgescheiden, zonder dat men echter regt heeft dit gedeelte als lever te beschouwen, gelijk eenigen doen. De darm, die met een kleine insnoering uit het ruggedeelte van den maagblindzak ontspringt, zwelt meestal voorwaarts tot een iets wijdere afdeeling aan, die zich verderop weder vernaauwt.

Fig. 221.



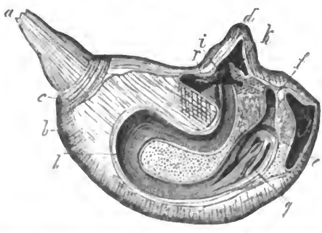
Clavellina lepadiformis.

a buccaalopening of mond; *b* kieuwzak; *c* begin van den slokdarm; *d* maag; *e* darm; *f* aars; *g* cloaca-holte; *h* cloacaal-opening; *i* voorttelingsklieren; *j* eileider; *k* centraal-zenuwknoop; *l* hart; *m* buitenste hulsel; *m'* wortelvormige uitloopers van dit hulsel; *n* binnenste hulsel; *n'* voortzettingen daarvan. — Naar MILNE EDWARDS.

Omtrent de Tunicaten moeten wij hier op het reeds boven (bl. 225) gezegde wijzen, aangaande de beteekenis der groote holte, die aan het eigenlijke spijsverteringskanaal voorafgaat. Dit laatste (fig. 221) ontspringt steeds aan het achtereinde dezer kieuwholte of, juister gezegd, het voorste gedeelte van het darmkanaal, d. i. van den voor- of slokdarm, is tot ademhalingsorgaan geworden. Aan de buikzijde van dien kieuwzak bevindt zich eene overlangs loopende groeve, die zich doorgaans van den mond (buccaalopening) tot aan den ingang van het eigenlijke spijsverteringskanaal (den gewoonlijk zoogenaamden mond, juister keelopening) uitstrekt, en bezet is met trilcilien, door welker beweging het voedsel daarheen geleid wordt. Deze buikgroeve wordt van onderen gesteund door een in den ligchaamswand gelegen staafvormig deel, den e n d o s t y l, dat uit het licht sterk brekende cellen is zamengesteld, eene tamelijke vastheid bezit, en zich, al naar gelang der soort, meer of minder ver overlangs uitstrekt.

Wanneer men de Salpen uitzondert, waar de verhouding, gelijk beneden bij beschouwing der ademhalingsorganen blijken zal, eenigzins auders is, dan is het darmkanaal, met inbegrip van den kieuwzak, gelegen in de ligchaamsholte, aan welker wand het hier en daar door dunne mesenteriaaldraden bevestigd is. Dat gedeelte hetwelk voor de spijsvertering dient, ofschoon steeds aan het achtereinde van den kieuwzak beginnende, neemt in verhouding tot dezen eene verschillende plaatsing in, die voornamelijk afhankelijk is van het verschil in de ligchaamsgedaante des diers. Bij verlengde vormen van Ascidien, gelijk *Clavellina* (fig. 221 vor. bl.), *Amauroecium* e. a., waar het ligchaam duidelijk in een voor- en een achterligchaam gescheiden is, ligt een groot gedeelte van het darmkanaal in dit laatste. Naar gelang de ligchaamsvorm zich meer verkort, wordt echter het darmkanaal als het ware meer naar voren gedrongen, en bij de meeste enkelvoudige Ascidien (fig. 222) en hij vele zamengestelde bestaat geene scheiding meer in een voor- en een achterligchaam, maar ligt het darmkanaal in windingen terzijde van den ademzak. Bij *Pyrosoma*, en in nog hoogere mate bij de meeste Salpen, is het tot een kluwentje zamengewonden, dat gewoonlijk met den naam van *nucleus* bestempeld wordt. Met zeldzame uitzonderingen (*Appendicularia*, *Didemnum*) opent zich de endeldarm niet regtstreeks buitenwaarts met een aars, maar in een gedeelte der ligchaamsholte, waarin ook het water dat voor de ademhaling gediend

Fig. 222.



Cynthia microcosmus, na verwijdering van het buitenste hulsel en van een gedeelte der spierlaag. Naar MILNE EDWARDS.

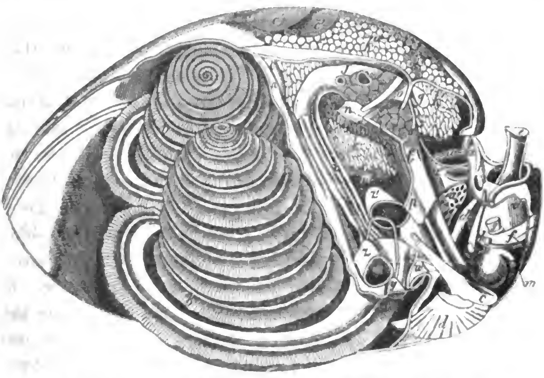
a mond of buccaalopening; *b* spierlaag; *c* kringspier voor den ingang der ademholte; *d* cloacaalopening; *e* gedeelte van den kieuwzak; *f* begin van het spijsverteringskanaal; *g* maag; *h* darm; *i* aars; *k* cloaca-holte en klep; *r* opening der generatie-organen.

heeft, alsmede de voorttelingsproducten treden, en dat derhalve als eene cloaca te beschouwen is, die door eene cloacaal-opening buitenwaarts mondt.

Bij de zamengestelde Ascidien vereenigen zich de cloacaholten van een zeker aantal individu's tot eene gemeenschappelijke holte, met eene enkele naar buiten voerende opening.

Wat het maaksel van het darmkanaal der Tunicaten betreft, zoo opent zich de gewoonlijk korte slokdarm steeds in een maag, die meestal eene peer- of eivormige gedaante heeft, welke echter soms (bij *Pyrosoma*, *Perophora*) tot het vierhoekige nadert. Bij de Salpen bevindt zich op de plaats, waar bij andere Tunicaten de maag gelegen is, een groote, bij sommigen dubbele, blinde

Fig. 223.



Rhynchonella psittacea, van ter zijde gezien, na wegneming van de schelp en van de linkerzijde van den mantel. Vergroot. Naar HANCOCK.

a voorwand van de holte, binnen welke de ingewanden bevat zijn; *b b* kieuwarmen; *c* buikeinden der *m. m. occlusores*; *c' c'* rugeinden daarvan; *d d* *m. m. divaricatores*; *d'* buikwand der ingewandenholte; *e* steel; *f* steelspier; *g* een der *m. adjustatores dorsales*; *h* een der *m. adjustatores ventrales*; *i* slokdarm; *j* maag; *k* regter leverlobben; *k'* achterste leverlob; *k''* voorste leverlob; *l mesenterium* aan de rugzijde; *m m mesenterium* der buikzijde; *n ligamentum gastro-parietale*; *o ligamentum centrale*; *p p ligamenta ilio-parietalia*; *q* hart; *r vena branchialis*; *s aorta*, *tt' arteriae palliales*; *u* regter eileider; *u'* gedeelte van den linker eileider; *w'* trechter van den regter eileider; *v* slokdarmring; *z z'* zakvormige uiteinden der groote kieuwkanalen.

zak, waarin echter nooit spijs wordt aangetroffen, hetgeen doet vermoeden dat daarin zich alleen een voor de spijsvertering dienstig vocht afscheidt. Ook het maaksel der maag van andere Tunicaten draagt den stempel dat aan hare binnenvlakte zulke afscheidingen plaats grijpen. Bij de grootere Ascidiën herkent men daaraan een klierachtig weefsel en niet zelden naar binnen springende plooijen, waardoor de maag soms nog in afdeelingen verdeeld wordt. Ook in den darm van sommigen worden zulke plooijen waargenomen.

De Brachiopoden (fig. 223 vor. bl. en fig. 224) stemmen nog in zooverre met de Bryozoën en de Tunicaten overeen, dat de spijsverteringsorganen gelegen zijn achter de ademhalingsorganen (hier de kieuwarmen), zoodat al het voedsel eerst de holte doorgaan moet, waar de ademhaling geschiedt. Maar de mondopening, d. i. de ingangsopening tot den slokdarm, ligt vrij tusschen de beide kieuwarmen. Vandaar stijgt de slokdarm naar de rugzijde des diers en verwijdt zich hier tot een maag. De daaruit ontspringende darm is bij het meerendeel der soorten (*Terebratulidae* en *Thecididae*) kort en eindigt blind in de ingewandenholte. Anderen (*Lingulidae*, fig. 224) daarentegen bezitten een merkelijk langeren darm, die niet alleen zich herhaaldelijk windt, maar zich ook met een aars aan de regter zijde van het dier, tusschen de beide mantellobben, opent.

Fig. 224.



Spijsverteringskanaal van *Lingula anatina*. Naar HANCOCK.

a mond; *b* slokdarm; *c* maag; *dd* darm; *e* endeldarm met aars; *ff* levergangen; *gg* zijdelingsche gastero-parietaalbanden; *h* rugmesenterium; *i* hart; *l* aorta; *m* kieuwader.

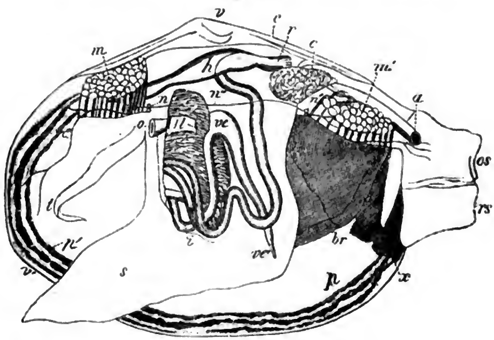
Opmerking verdient de stevige wijze waarop het darmkanaal der Brachiopoden in de ingewandenholte op zijne plaats bevestigd wordt gehouden. Dit geschiedt door vliezige banden, waardoor het de ingewandenholte begrenzende buikvlies met den buitenwand van het darmkanaal wordt in verband gebragt en waarvan die buitenwand zelf

de voortzetting is. Die vliezige banden zijn derhalve deelen van een mesenterium. Men onderscheidt er verscheidene. Twee daarvan verbinden de rug- en de buikzijden van het darmkanaal met den daartegenover gelegen ligchaamswand en stellen derhalve een rug- en een buik-mesenterium daar, waardoor de ingewandenholte in eene linksche en regtsche helft verdeeld wordt. Drie andere, een middelste en twee zijdelingsche, of de beide laatste alleen (*Lingula*), gezamenlijk de gastero-parietaalbanden genoemd, gaan van de voor en zijdegedeelten der maag boven- en zijwaarts naar de rugeinden der achterste sluitspieren, die zij omhullen, en nog twee andere, de ilio-parietaalbanden, ontspringen van het voorste gedeelte van den darm, daar waar deze uit de maag komt, en strekken zich ter weerzijde uit naar de zijwanden van de ingewandenholte. Bij deze banden voegt zich, bij *Lingula*, er nog een, waardoor het laatste gedeelte van het hier langere darmkanaal gesteund wordt. Dit groot aantal van mesenteriaalvliezen, die ten deele ook dienen tot steun van andere organen, gelijk de eileiders, is hier des te opmerkelijker omdat in de overige Molluskenklassen dergelijke bevestigingsmiddelen van het spijsverteringskanaal in het algemeen minder ontwikkeld zijn.

64. Het spijsverteringskanaal der Lamellibranchiën (fig. 225, volg. bl.) bestaat altijd uit een korten slokdarm, een maag en een gewonden darm, waarvan het laatste gedeelte — in tegenstelling met hetgeen bij het meerendeel der overige Weekdieren het geval is — zich niet voorwaarts, d. i. naar den mond, ombuigt, maar zich achterwaarts rigt en, digt onder den slotrand der schelp verloopend meestal het hart en het hartezakje doorboort, om vervolgens over de achterste sluitspier (waar deze voorhanden is) heen, zich in het als cloacaholte dienende gedeelte der mantelholte te openen (fig. 225*a*). Dit darmkanaal wordt op zijnen weg niet of weinig door eigenlijke mesenteriaalvliezen gesteund, maar veeleer door de organen zelve, waarin een groot deel daarvan als het ware bedolven ligt, namelijk in de lever, de voort-

telingsklieren en, bij diegenen welke een voet bezitten, ook in het bovenste gedeelte van dezen. Deze laatste plaatsing houdt op

Fig. 225.



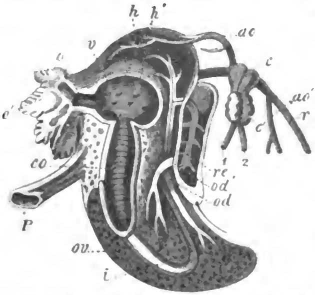
Anatomie van een Plaatkieuwig Weekdier, uit de afdeeling der *Dimyaria siphonostomata*; half schematisch.

v top van de schelpklep; *v'* onderste rand van de schelpklep; *s* voet; *p p'* mantel; *br* kieuw; *m* voorste-, *m'* achterste sluitspier; *rs* ademhaling-sipho; *cs* cloaca-sipho; *o* mond; *t* een der mondvoelers; *ve* maag; *ve'* zijn blindzak; *l* lever; *i* darm; *r* endeldarm; *a* aars; *h* hart; *n* bovenslokdarmknoopen; *n'* kieuwknoopen; *n''* verbindingstreng; *n'''* zenuwtakken *c* eijerstok.

vreemd te zijn, wanneer men bedenkt, dat de voet niet anders is dan de uitbreiding van den huidspierzak en dat zijne holte dus een deel is van de algemeene ingewandenholte. Het darmkanaal is over het algemeen dunwandig en inwendig voorzien van een trilepithelium. In de maag, die meestal klein en ei- of peervormig is, openen zich de galvaten, die soms (vooral bij *Anomia*) zeer wijd zijn (fig. 226*h'*). Tot de eigendommelijkheden van het spijsverteringskanaal der meeste Lamellibranchien, bepaaldelijk die uit de groep der *Dimyaria*, behoort de aanwezigheid van een blindzak (fig. 225 *ve'* en fig. 226 *co*) op het punt waar de darm uit de maag ontspringt. Deze blindzak is buis- of kegelvormig, gewoonlijk achterwaarts omgebogen, en bereikt dikwijls eene aanmerkelijke lengte. Door een bewegelijk klepvlies kan zijne opening in de maag gesloten worden. In dien blindzak dringt geen spijs, maar meestal treft men er een deel in aan, dat, wegens zijne

doorschijnendheid, gepaard aan eene zekere mate van kraakbeenige vastheid, den naam van **kristalsteel** heeft ontvangen. Soms neemt men er fijne concentrische strepen aan waar, die eene laagsgewijze vorming aanduiden. In gedaante beantwoordt die kristalsteel geheel aan de inwendige holte van den blindzak, dien hij niet zelden geheel vult. Dat hij gevormd wordt als eene afscheiding aan de binnenvlakte van het epithelium des blindzaks lijdt wel geen twijfel, maar of hij iets meer is dan een uitscheidingsprodukt en ook deel neemt aan de eene of andere levensverrigting is geheel onbekend. Dat dit deel voor het leven der Lamellibranchien in elk geval van geene zeer gewigtige beteekenis is, blijkt vooreerst daaruit dat het in de groep der *Monomyaria* (met uitzondering echter van *Anomia*) ontbreekt, terwijl het ook bij zulke *Dimyaria*, waar het gewoonlijk aanwezig is, somtijds niet gevonden wordt. Soms heeft men den kristalsteel in het begin van den darm aangetroffen, welligt op zijn weg om met de faeces naar buiten gevoerd te worden, waarbij hij dan echter door het darmsap zoude worden opgelost.

Fig. 226.



Ingewanden van *Pecten maximus*, van de linker zijde gezien. Naar GARNER.

o mond; *o'* mondvoelers; *v* maag; *h* lever; *h'* openingen der galkanalen; *co* blindzak met den kristalsteel; *i* darm; *r* endeldarm; *c* hart; *c'* voorkamer; *ao* voorste aorta; *ao'* achterste aorta; 1 kieuwader. 2 mantelader; *re* het Bojanus'sche lig chaam of nier; met een aderstam in de holte; *ov* eijerstok; *od* eileider; *od'* zijn mond; *P* voet.

Fig. 227.



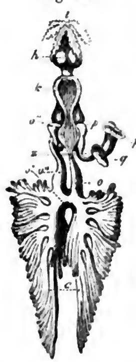
Kristalsteel van *Teredo navalis*. Vergroot.

De darm is hetzij overal van gelijke wijdte, of hij vertoont hier en daar plaatselijke uitzettingen. Soms (bij *Unio*) onderscheidt men daarin op eenige punten een of twee overlangs loopende plooijen. Zijne lengte en daarmede het getal der windingen,

alsmede de betrekkelijke ligging van deze, verschillen zeer. Meestal liggen deze, heen en weer gaande, ongeveer in hetzelfde vlak, maar bij eenigen (*Cardium*) beschrijft de hier buitengewoon lange darm een groot getal van windingen, die in eene spiraallijn gelegen zijn. De aars opent zich altijd aan den top eener papil, die bij sommigen (vooral bij *Pinna*) eene groote lengte bereikt.

65. Een dergelijk, slechts van een enkele als maag te duiden verwijding voorzien spijsverteringskanaal komt ook bij zeer velen der een kop bezittende Weekdieren voor, met name bij de meeste Gasteropoden (fig. 230. bl. 274, fig. 240. bl. 280.), de Heteropoden (fig. 229.) en Pteropoden (fig. 231 bl. 274); doch altijd met dit verschil, dat het achterste gedeelte van het darmkanaal, na weder uit de lever te voorschijn getreden te zijn, welke steeds een groot deel van den gewonden darm omhult, zich voorwaarts wendt, om zich in de nabijheid der ademhalingswerktuigen, hetzij ter zijde van het ligchaam of (bij de Opisthobranchien) aan den rug met een aars te openen. Bij eenige Pulmonaten (*Onchidium*, *Vaginulus*), waar de longholte zich aan het achtereinde des ligchaams opent, bevindt zich echter ook in de nabijheid daarvan de aars, en wel aan de buikzijde des diers.

Fig. 228.



Spijsverteringsorganen van *Dentalium tarentinum*, naar Lacaze-Duthiers.

h kop of mondvoorstuk met de mondvoelers; *k* pharynx, *o* maag, met de leveraanhangsels *o* en *o'*; *o''* darm; *p* endeldarm; *p'* aars; *q* excretie-orgaan.

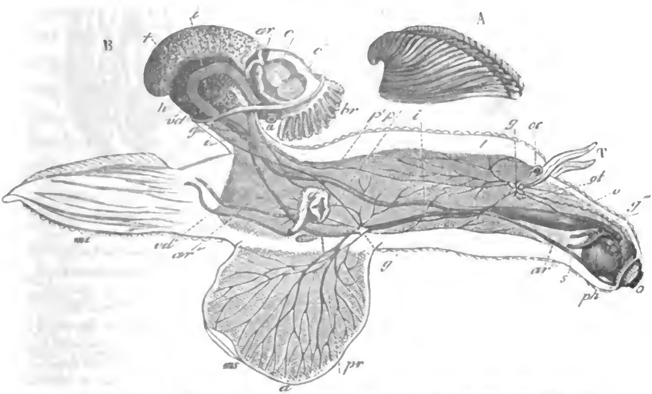
Deze algemeene inrigting van het darmkanaal bestaat ook bij de Dentaliden (fig 228) en de Hyaleiden, derhalve bij vormen, wier kopgedeelte rudimentair is.

Dikwerf vertoont echter het spijsverteringskanaal meer dan ééne verwijding, en dan is het geenszins altijd gemakkelijk met zekerheid aan te wijzen welke dier verwijdingen als het aequivalent van de maag der Lamellibranchien moet worden beschouwd, omdat de galvaten,

die zich bij dezen altijd in de maag openen, bij sommige Gasteropoden in een niet verwijd gedeelte van den darm monden, iets dat zelfs het geval is bij verscheidene Pulmonaten, waar slechts eene enkele zoodanige verwijding bestaat, welke derhalve, indien men aan dit kenmerk vasthoudt, als een verwijd gedeelte van den slokdarm, d. i. als een krop zoude moeten geduid worden, terwijl dan de eigenlijke maag zich door geene grootere wijdte van het overige darmkanaal zoude onderscheiden.

Meestal heeft de maag bij de Gasteropoden en Pteropoden eene eenvoudige spoelvormige of verlengd eivormige gedaante. Zij is dan eene eenvoudige verwijding, waarin de slokdarm van voren in- en de darm van achteren uitmondt. Echter komen

Fig. 229.

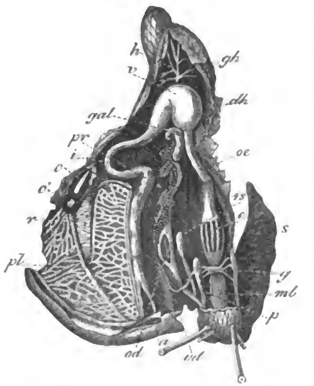


Carinaria cymbium, mannetje. Naar SOULEYET. De schelp A is van den ingewanden-zak afgenomen; *mt* achterste gedeelte van den voet; *pr* voorste kielvormige afdeeling van den voet; *ms* zuignap; *o* mond; *ph* slokdarmhoofd; *s* speekselklieren; *v* maag; *i* darm; *a* aars; *h* lever; *c* hartekamer; *c'* voorkamer; *br* kieuwen; *ar* aorta; *ar'* en *ar''* hare takken naar de ingewanden; *g ganglion superoesophageum*; *g' ganglion pedale*; *g'' ganglion viscerale*; *g''' ganglion buccale*; *oe* oog; *t* zaadklier; *vd* zaadleider; *vd'* zaadgroeve naar *p* roede; *p'* klierroede.

ook vrij talrijke afwijkingen van dien vorm voor, waarbij de maag meer bolvormig (b. v. *Buccinum*) wordt, terwijl ook niet

zelden (bij vele Pteropoden en, onder de Gasteropoden, bij *Littorina*, *Pyrula*, *Ampullaria* e. a.) zich daaraan een soms lange blindzak bevindt, die den blindzak der Lamellibranchien herinnert, en waarin men (o. a. bij *Bythinia* volgens MOQUIN-TANDON) somtijds een dergelijk ligchaampje als de boven (bl. 271) genoemde kristalsteel heeft aangetroffen. Bij *Turbo* (fig. 234 bl. 276) staat met dit aanhangsel nog een ander schijfvormig gedeelte in verband, dat inwendig uit spiraalwindingen bestaat, waardoor dit

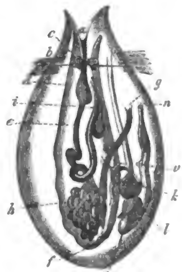
Fig. 230.



Anatomie van *Achatina mauritiana*. Naar QUOY.

g ganglion superoesophageum; *s* gedeelte van den voet; *mb* slokdarmhoofd; *e* speekselklieren; *oe* slokdarm; *v* maag *i* darm; *a* aars; *c* hartekamer; *c'* voorkamer; *pl* long; *h* hermaphroditische klier; *dh* haar uitlozingskanaal; *gal* eiwitklier; *pr* prostata; *od* elleider; *vd* zaadleider; *rs receptaculum seminis*; *p* roede; *r* nier.

Fig. 231.



Cliopsis Krohnii; de vinnen grootendeels verwijderd. Naar GEGENBAUR.

a mond; *b* basis der vinnen; *c* slokdarm; *d* ingewandenzak; *e* slokdarm; *f* maag, omhuld door de hermaphroditische klier; *i* uterus; *g* aars; *k* hartkamer; *l* voorkamer; *m* excretie-orgaan; *n* zijn buitenste opening; *o* zijne opening in den pericardiaalsinus.

deel eenige overeenkomst heeft met het beneden te vermelden spiraalaanhangsel der maag van sommige Cephalopoden. In weder andere gevallen (*Limnaea*, fig. 237 bl. 276, *Tethys*, *Aplysia*, *Pleurobranchus*, fig. 233) is de maag uit drie tot vier in elkander mondende ruimten zamengesteld. In het voorste gedeelte der

maag van vele Pteropoden, bepaaldelijk van zoodanigen, welker harde monddeelen weinig ontwikkeld zijn, *Pleuropus*, *Hyalea Tiedemannia* e. a., worden eenige (3—5) overlangsche plooijen waargenomen, die bedekt zijn met een chitine-bekleedsel, dat voorzien is van eenige plaatjes of knobbeltjes, welke voorzeker bij de vermaling dienst doen, zoodat dit gedeelte der maag, even als het daaraan beantwoordende van sommige Bryozoën (bl. 264),

Fig. 232.



Maag van *Pleurobranchus Peronii*, geopend. Naar CUVIER.

a eerste maag; *c* tweede maag, met eene overlangsche verdikking; *d* derde maag met bladjes; *e* vierde maag

Fig. 233.



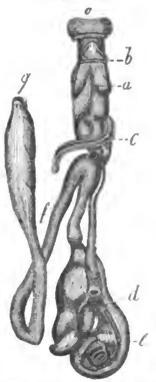
Geopende maag van *Aplysia fasciata*. Naar CUVIER.

als eene kaauwmaag moet beschouwd worden.

Dergelijke chitinevormingen komen ook bij sommige Opisthobranchien voor, hetzij bij zoodanigen welke eene enkelvoudige maag hebben (*Bulla*, *Philine*, *Scaphander*, *Runcina*, *Tritonia*, *Scyllaea*, *Umbrella*), aan bepaalde plaatsen der binnenvlakte van deze, of bij diegenen, welke eene uit drie (*Aplysia*) of vier (sommige soorten van *Pleurobranchus*, fig. 232) afdeelingen zamengestelde maag bezitten. Bij *Pleurobranchus* vindt men zulke chitineplaten in de tweede,

bij *Aplysia* (fig. 233 vor. bl.), waar deze tandvormingen bijzonder ontwikkeld zijn, behalve in de tweede, waar zij het grootst en talrijkst en stomp piramiedvormig zijn, ook nog in de derde maag. In deze laatste hebben zij de gedaante van spitse haakvormige stekeltjes. Niet altijd echter worden zulke tandvormingen in eene uit meerdere afdeelingen bestaande maag aangetroffen; zoo niet bij *Tethys*, waar drie zulke afdeelingen zijn. Ter plaatse waar zulke chitinevormingen voorkomen, ontbreekt natuurlijk het trilepithelium, dat overigens vrij algemeen de binnenvlakte van het spijsverteringskanaal bekleedt, ofschoon het hier en daar

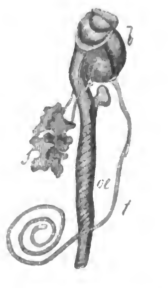
Fig. 234.



Spijsverteringskanaal van *Turbo rugosus*. Naar SOULEYET.

a slokdarmhoofd *b* zenuwring; *c* tongscheede; *d* maag; *l* haar spiraalvormig aanhangsel; *f* darm; *g* aars.

Fig. 235.



b slokdarmhoofd; *l* tongscheede; *oe* slokdarm, *s* speekselklieren, van *Littorina littoralis*

Fig. 236.



Spijsverteringskanaal van *Limnaea auricularis*. Naar MOQUIN TANDON.

b slokdarmhoofd; *e e* slokdarm; *g g* speekselklieren; *h h* hare uitlozingsbuizen; *j* voorste maagzak; *j'j'* zijdelingsche maagzakken; *k* achterste maagzak, *m m* darm; *p* aars.

op eenige punten door een gewoon epithelium vervangen wordt,

Dikwerf vormt het slijmvlies in den slokdarm en de maag naar binnen springende plooijen, terwijl ook de spierrok in den regel tamelijk dik is. De darm is wel is waar meestal een rolronde buis, doch zeer dikwerf komen ook daaraan nog verwijde gedeelten voor, vooral nabij zijn uiteinde, waar hij tot endeldarm wordt. Zijne betrekkelijke lengte verschilt zeer. Als een tamelijk doorgaande regel geldt dat de phytophage soorten een langer en meer gewonden darmkanaal hebben dan de zoophage soorten.

Fig. 237.



Darmkanaal met leveraanhangsels van *Aeolis papillosa*.

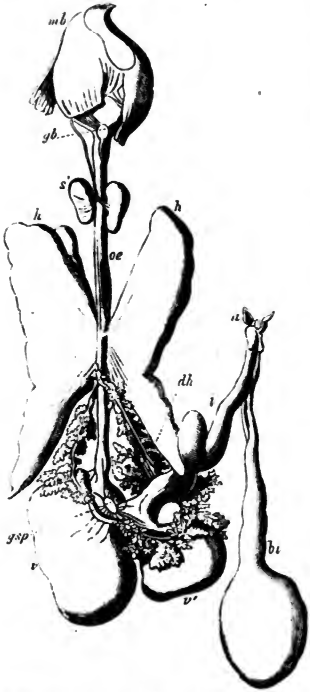
e Slokdarmhoofd; *t* slokdarm; *i* maag; *u* darm; *v* hoofdkanaal der lever; *v'* daaruit ontspringende takken. De fijnere in de kieuwaanhangsels dringende takjes zijn niet afgebeeld.

Oogenschijnlijk zeer van dat der overige Opisthobranchien verschillend is het spijsverteringskanaal der Aeolidien (fig. 237), waar de galkanalen op een groot aantal punten inmonden en zich oppervlakkig voordoen als waren zij zich vertakkende uitstulpingen van het darmkanaal zelve. Wij komen hierop beneden, bij beschouwing der lever, terug.

66. Het spijsverteringskanaal der Cephalopoden (fig. 238 en 239 volg. bl.) begint achter het groote slokdarmhoofd met een naauwen en langen slokdarm, die den door het kopkraakbeen (bl. 105) gevormden ring doorgaat, vervolgens een dwars door de ligchaamsholte als een soort van middelrif of diaphragma uitgespannen, spierachtig tusschenschot doorboort en in de daarachter gelegen maag mondt. Bij de Octopoden (fig. 239) bevindt zich voor dit punt nog eene zakvormige uitzetting (*pv*) daaraan, een k r o p of v o o r m a a g. Deze is ook bij *Nautilus* voorhanden, maar heeft hier de gedaante van eene eenvoudige verwijding. In de orde der Decapoden schijnt dit deel steeds te ontbreken.

De maag is een ronde of eironde zak, met sterke spierwanden. Die der Octopoden, nog meer die van *Nautilus*, heeft, door de wijze waarop de spiervezelen daarin van een gemeenschappelijk peescentrum uitstralen, iets van de maag der Hoenderachtige vogels. Ook door de harde cuticula, waarmede de maag inwendig bekleed is, herinnert zij deze. De pylorus, d. i. het punt waar de darm uit de maag treedt om zich weder voorwaarts te wenden, ligt steeds nabij de cardia, of de plaats van intreding van den slokdarm; de zich achterwaarts uitstrekkende maag stelt derhalve een ruimen blindzak daar. Daaraan sluit zich een deel, dat gewoonlijk nog als eene maagafdeeling wordt beschouwd, maar ten onregte, namelijk een blindzak, die zich wel is waar tegen de maag aanlegt, maar zich niet regtstreeks in deze maar in het begin van den darm, en bij Nautilus zelfs nog op iets verderen afstand,

Fig. 238.

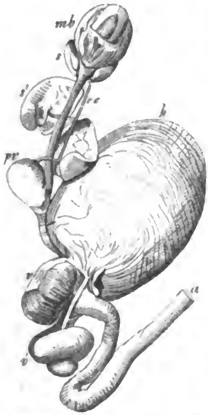


Spijsverteringstoestel van *Sepia officinalis*. Naar KEFERSTEIN.

mb slokdarmhoofd met de kaken; *gb ganglion buccale inferius*; *s'* speekselklieren; *oe* slokdarm; *v* maag; *v'* blindzak; *i* darm; *a* aars; *h h* lever; *dh* levergangen; *gsp ganglion splanchnicum*; *bi* inktzak.

opent. Deze blindzak biedt bij de onderscheidene soorten van Cephalopoden, zelfs bij overigens na verwante vormen, nog tamelijk groote verschillen aan. Dan eens overtreft hij de maag in grootte, dan weder is hij merkelijk kleiner. Ook ten aanzien der dikte van den wand bestaat veel verschil. Meestal is hij in meerdere of mindere mate spiraalsgewijs gewonden, althans aan zijn einde. Bij Nautilus heeft de kleine blindzak inwendige overlangsche plooijen. In den bodem van dien blindzak openen zich de uit de lever komende galvaten, hetgeen doet zien dat deze zak, hoewel in plaatsing er na mede overeenkomende, toch niet als het morphologisch aequivalent van den boven (bl. 271) vermelden blindzak der Lamellibranchiën en van sommige Prosobranchiën (bl. 274) kan beschouwd worden. Het is een bijkomend deel, waarvan de verrigting vermoedelijk eensdeels daarin bestaat van tot een vergaderplaats voor de gal te dienen, anderdeels van het voor de vertering noodige maagsap af te scheiden, daar de maag zelve geene klieren vertoont. Eenige overeenkomst met de pylorusaanhangsels van vele Visschen, vooral met dat van den Steur, is niet te miskennen, temeer omdat ook in enkele gevallen 1) de uit de lever komende galbuizen der visschen in zulk een pylorusaanhangsel monden.

Fig. 239.



Ingewanden van *Octopus vulgaris*. Naar KEFERSTEIN.

mb slokdarmhoofd; *s* voorste speekselklieren; *s'* achterste speekselklieren; *oe* slokdarm; *pr* krop- of voormaag; *v* maag; *v'* haar blindzak; *h* lever; *a* aars.

De darm gaat hetzij bijna regt door (*Loligo*) of, na eene (*Sepia*, *Octopus*) of twee (*Nautilus*) windingen gemaakt te hebben, naar

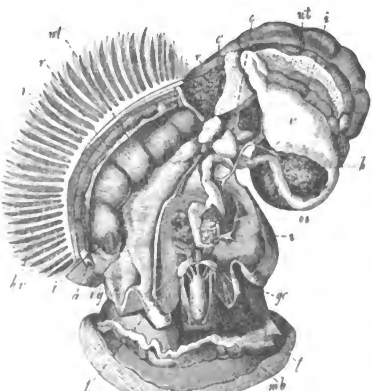
1) Zie hierover HYRTL in *Sitzungsber. der Kais. Akad.* L p. 30.

den zich in de middellijn der mantelholte, digt bij den ingang des trechters, openenden aars. Inwendig vertoont hij overlangsche plooijen, en zoowel zijne binnenvlakte als die van den bovengenoemden blindzak is met een trilepithelium bekleed. De aars, die bij de Octopoden, eene eenvoudige opening is, is bij de Decapoden omzet met kleine lobjes, welke een soort van kleptoestel vormen.

Speekselklieren.

67. **Speekselklieren** worden alleen bij de een kop bezittende Weekdieren aangetroffen, maar schijnen dan ook bij dezen algemeen aanwezig te zijn, ofschoon zij bij sommige Pteropoden met weinig ontwikkelden kaauwtoestel zeer klein zijn. Overal waar zij voorkomen, openen zich hare uitlozingsbuizen achter in de holte van het slokdarmhoofd, zoodat het speeksel reeds met de spijs daar ter plaatse vermengd wordt. Gewoonlijk treft men bij Gasteropoden (fig. 230 bl. 274, fig. 234 en 235 bl. 276, fig. 240), Heteropoden (fig. 229 bl. 273) en Pteropoden een enkel paar speekselklieren aan, gelegen ter weerzijde van den slokdarm. Echter zijn er eenige weinige Gasteropoden (*Janthina*,

Fig. 240.



Anatomie van *Paludina vivipara*. Naar CUVIER.

T T teruggetrokken voelers; *m b* slokdarmhoofd; *g c* bovenslokdarmzenuwknoopen; *s* speekselklieren; *o e* slokdarm; *v* maag; *i* darm; *i'* endeldarm; *a* aars; *h* lever; *c* hart; *c'* voorkamer; *br* kieuw; *r* nier, *r'* haar uitlozingsbuis, *vg* scheede

Littorina), bij welke men twee paren onderscheiden heeft; en bij *Pleurobranchus* bestaat, behalve een paar kleinere, nog een onparige merkelijk grootere speekselklier.

Ten aanzien der gedaante en betrekkelijke grootte ontmoet men talrijke verschillen, zelfs bij na verwante soorten. Dan eens zijn zij zoo kort, dat zij onmiddelijk achter het slokdarmhoofd gelegen zijn (*Doris*-soorten, de meeste Heteropoden), dan weder strekken zij zich ver in de ingewandenholte uit, tot in de door de lever en de voorttelingsorganen ingenomen ruimte (*Pleurobranchus*). Tusschen deze beide uitersten bestaan allerlei tusschentrappen. De gedaante kan zijn: min of meer bol- of eivormig (*Buccinum*, *Natica*, *Cypraea* en vele andere Prosobranchiën, voorts ook *Limax* en *Auricula* onder de Pulmonaten), meer verlengd, buisvormig, dikwijls aan het einde aangezwollen (*Strombus*, *Voluta*, de meeste Heteropoden), door eene diepe insnijding in twee helften verdeeld (*Dolium*, *Cassis*, *Triton*), trosvormig (*Lobiger*, *Lophocercus*), of in talrijke onregelmatige lobjes verdeeld, die zich over de oppervlakte van den slokdarm, de maag en soms van nog andere naburige organen verbreiden (*Pleurobranchus*, *Umbrella*, *Helix* en vele andere Pulmonaten). Tegenover deze verdeeling staat, dat in sommige gevallen (*Mitra*, *Pyrula*) de beide klieren tot eene enkele massa versmelten, die echter nog twee uitlozingsbuizen heeft, terwijl bij *Terebra* zelfs slechts een enkele speekselklier met een enkele uitlozingsbuis voorkomt.

In het algemeen hebben deze speekselklieren het gewone maaksel van afscheidende klieren, d. i. zij bestaan geheel uit *folliculi*, waarvan echter dikwijls de fijnste slechts een enkele cel bevatten, en uit de daaruit ontspringende kanaaltjes, welke zich tot de uitlozingsbuis vereenigen. De binnenvlakte van deze is met trilcilien bezet. Echter zijn er ook eenige gevallen (*Dolium*, *Cassis*), waar het maaksel in zoo verre van het gewone verschilt, dat elke klier nog uit twee helften bestaat, waarvan de achterste tot vergaderplaats van het in de voorste helft afgescheiden vocht schijnt te dienen. Waarschijnlijk hangt

dit zamen met de door Troschel en Boedekker ontdekte, later door Luca en Panceri bevestigde, aanwezigheid van vrij zwavelzuur in het speeksel van sommige zee-Gasteropoden (*Dolium*, *Cassis*, *Cassidiaria*, *Tritonium*, *Murex*, *Aplysia*, *Pleurobranchus*). De hoeveelheid daarvan kan bij *Dolium galea*, waar deze klieren den omvang van een hoenderei bereiken, van 3 tot 4 proc. van het gewigt des speeksels bedragen. Bovendien bevat het eene aanmerkelijke hoeveelheid koolzuur en, naar het schijnt, ook eenig vrij zoutzuur.

68. Onder de Cephalopoden zijn er velen (*Ommastrephes*, *Onychoteuthis*, *Enoploteuthis*, *Octopus*, *Eledone*), die twee paren speekselklieren bezitten, een voorste en een achterste (fig. 239 bl. 279). Het achterste paar is het grootste en ligt tamelijk ver achterwaarts ter weerzijde van den slokdarm, achter het kopkraakbeen. Zij hebben gewoonlijk eene bol- of schijfvormige gedaante, en hare uitlozingsbuizen vereenigen zich, om als een enkele buis den slokdarm door het kopkraakbeen te vergezellen en vervolgens het slokdarmhoofd binnen te treden, waar zij zich boven de wrijfplaat der tong opent.

Het tweede paar ligt altijd vlak tegen de spiermassa van het slokdarmhoofd aan zijne achterzijde aan, nog overdekt door het buitenste vlies, waardoor dit bekleed wordt. Doorgaans zijn deze voorste klieren minder digt dan de achterste, d. i. meer of minder duidelijk in lobjes verdeeld. Ook hier vereenigen zich de beide uitlozingskanalen tot een enkel, dat zich aan de rugzijde der tong opent.

Dit tweede paar ontbreekt bij sommigen (*Sepia*, *Loligo*), waar dan alleen het achterste paar voorhanden is (fig. 238). Bij *Nautilus* wordt dit laatste gemist, en ook het voorste paar is niet op zijne gewone plaats voorhanden, maar wordt waarschijnlijk in zijne verrigting vervangen door twee klierachtige, uit talrijke lobjes bestaande ligchamen, die ter weerzijde binnen in de holte van het slokdarmhoofd gelegen zijn.

Lever.

69. Tot de zeer algemeen bij de Weekdieren verbreide en dikwijls zeer sterk ontwikkelde organen behoort de lever. Echter geldt dit niet evenzeer van al de groepen, die men gewoonlijk in deze afdeeling vereenigt, met name niet van de Bryozoën en de Tunicaten. Bij de eersten wordt een lever, als zelfstandig, buiten het darmkanaal gelegen orgaan, geheel gemist. Wat men bij dezen met den naam van lever bestempelt, is het gekleurde kliervlies dat de binnenvlakte van het achterste gedeelte der maag bekleedt. En wat de Tunicaten betreft, zoo is het ook hier dikwijls moeijelijk met zekerheid een als lever te duiden orgaan aantewijzen, ofschoon bij velen (*Appendicularia*, de meeste enkelvoudige Ascidiën) klierachtige deelen, die waarschijnlijk de beteekenis van lever hebben, de maag of een gedeelte van den darm bekleeden. Nog het meest ontwikkeld vertoonen deze zich, als kleine blindzakjes met uitlozingskanalen, bij *Amauroecium*, waar deze in de maag, en bij *Botrylloides*, waar zij in den darm monden. Ook bij *Pyrosoma* heeft men in een uit verscheidene straalsgewijs geplaatste lobben zamengesteld ligchaam, dat achter den kieuwzak gelegen is en met den darm zamenhangt, een lever herkend. Sommigen hebben in den reeds boven (bl. 266) vermelden enkelvoudigen of dubbelen blindzak ter plaatse van de maag der Salpen een lever in rudimentairen toestand meenen te zien, doch deze blindzak is, blijkens zijn maaksel, niet anders dan eene uitstulping van het darmkanaal.

De hoofdaanleiding om in dit of in andere, aan of nabij het darmkanaal gelegen deelen, een lever te vermoeden is doorgaans de meer of minder donkere kleur, waardoor zij zich van de naburige deelen onderscheiden. Inderdaad vertoont zich dan ook de ware lever, waar zij voorkomt, steeds gekleurd, bruin, geel, groenachtig, maar die kleuring kan op onderscheidene tijden meer of minder sterk zijn, al naar gelang er meer gal of vet door de levercellen wordt afgescheiden. Typisch moet

de lever der overige Weekdieren geacht worden uit twee symmetrische helften te bestaan, even als bij de Gewervelde dieren (Dl. II, 2de Afd. bl. 324). Doch slechts in zeldzame gevallen blijft ook hier, evenmin als bij dezen, die symmetrische zamenstelling bewaard. De lobjes (*lobuli*, *acini*), waaruit de geheele lever is zamengesteld, kunnen in zeer ongelijke mate tot grootere lobben versmolten zijn, van eene door het grootste gedeelte des ligchaams en zelfs in zijne aanhangsels verspreide lever af, tot aan eene enkele digte levermassa toe, waaraan men de zamenstelling uit lobben nog slechts bij anatomisch onderzoek herkent. De in de lever bereide gal stort zich altijd door verscheidene uitlozingskanalen of galbuizen hetzij in de maag of in het zich daaraan sluitend gedeelte des darms uit. Wat de algemeene gedaante van de lever der Weekdieren betreft, zoo wordt deze, ook als bij de Gewervelde dieren (Dl. II, bl. 325), bepaald door de ruimte, welke zij inneemt, d. i. door de plaats die andere naburige deelen open laten, zoodat dan ook de gedaante aan vele wisselingen onderhevig is.

Nog het meest is de symmetrie bewaard gebleven in de uit blindzakjes zamengestelde lever der Brachiopoden, inzonderheid bij de Terebratuliden, waar de lever uit twee zijdelingsche helften bestaat, die het grootste gedeelte van de maag en van den slokdarm omhullen (fig. 228 bl. 267). Elk dezer zijdelingsche helften vertoont nog eene voorste en eene achterste helft, waarvan de eerste voor, de tweede achter den gasteroparietaalband (bl. 268) is gelegen. Uit die afdeelingen komen eenige takjes van galvaten die, zich tot korte stammetjes vereenigende, in het benedengedeelte der maag monden. Ook *Lingula* bezit een zeer ontwikkelde lever, die echter minder symmetrisch verdeeld is en uit drie afdeelingen bestaat, gelegen achter en onder de maag en vóór den slokdarm. De uitlozingskanaaltjes monden met vier korte, wijde gangen in de maag en het onmiddellijk daarop volgend darmgedeelte. Bij *Crania* omhult de lever de maag onmiddellijk en stort de gal door vele openingen daarin uit.

Ook bij de Lamellibranchien (fig. 225 bl 269 en fig. 226 bl. 270) omhult de lever de maag en een grooter of kleiner gedeelte des darms, en hare uitlozingskanalen monden deels in de eerste, deels in het begin van dezen. Soms zijn die openingen en de gangen waarheen zij voeren buitengewoon groot en wijd, vooral bij *Anomia*, waar zelfs deelen der spijs daarin doordringen. Algemeen zijn de uitlozingskanalen en hunne takken, tot diep in de levermassa toe, van trilcilien voorzien.

Onder de Solenoconchen heeft *Dentalium* een geheel symmetrische, uit twee gelijke helften bestaande lever, die zamengesteld is uit talrijke blindzakjes, welke achterwaarts al langer en langer worden en door 6 tot 8 korte gangen in de maag monden (fig. 227 bl. 272). Bij *Siphonodentalium* komt als het ware slechts de eene helft van het overigens in zamenstelling daarmede overeenstemmend orgaan voor.

De Pteropoden bieden ten aanzien van de lever iets grootere verschillen aan. Die van verscheidene Gymnosomen (*Pneumodermon*, *Clione*, *Clionopsis*) bestaat uit niet onderling zamenhangende, aan de buitenvlakte van de maag geplaatste blinddarmpjes, welke aan deze een vlokkig of viltig voorkomen geven. Daarentegen vormt de lever bij vele Thecosomen (*Hyalea*, *Cymbulia*, *Limacina*) een uit lobjes zamengesteld deel, dat zich in het onmiddellijk achter de maag gelegen gedeelte des darms met een enkelen korten gang opent.

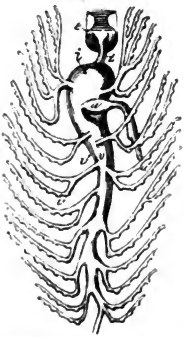
Nog grootere verschillen treden op in de klasse der Gasteropoden. Bij de groote meerderheid der soorten dezer klasse bestaat de lever (fig. 230 bl. 274 en fig. 240 bl. 280) uit eenige groote lobben, die, rondom een aanmerkelijk gedeelte van het darmkanaal en de voorttelingsklieren gelegen, deze deelen geheel omhullen; en bij de van een schelp voorziene soorten vult de aldus gevormde massa het geheele achterste gedeelte van

deze. Zij is hier steeds duidelijk eene boomsgewijs vertakte klier; de kleinere, uit de eindlobjes komende galvaten vereenigen zich tot grootere, deze op hunne beurt nogmaals en nogmaals, totdat door deze vereeniging een, twee of drie uitlozingskanalen ontstaan zijn, welke zich hetzij in de maag of in het onmiddellijk daarachter gelegen darmgedeelte openen.

Zoo nu is het algemeen bij de Prosobranchiën, de Heteropoden en de Pulmonaten. Doch in de groep der Opisthobranchiën ontmoet men een daarvan in meerderen of minderen graad afwijkend maaksel. Bij vele der grootere soorten (b. v. *Pleurobranchus*, *Aplysia*, *Bulla*, *Dolabella* e. a.) stemt dit nog met dat der overige zoo even genoemde Gasteropoden overeen, in zooverre namelijk dat de lever een enkel compact, ofschoon meer of minder duidelijk in lobben verdeeld orgaan uitmaakt, dat een gedeelte der overige organen omhult en als het ware in zich opneemt. Doch bij eenigen daaronder (*Aplysia*, *Dolabella*, *Notarchus*) vermeerdert het getal der galbuizen die in de maag monden tot vijf of zes; bij anderen (*Doris*) zijn deze zoo wijd, dat er de spijs in kan doordringen. Vele andere Opisthobranchiën nu hebben niet eene enkele levermassa, maar de elders vereenigde leverlobben scheiden zich als het ware en liggen min of meer verspreid. In geringeren graad is dit reeds het geval bij *Tethys*, *Dendronotus*, *Lomanotus*, *Scyllaea*. Deze scheiding neemt toe bij *Phyllidia*, *Pontolimax*, *Phyllirrhoë*, maar nog blijven de verschillende afdeelingen der lever binnen de eigenlijke ligchaamsholte gelegen Bij vele andere Opisthobranchiën, vereenigd in de familie der *Aeolididae* (fig. 211), zet zich echter de ligchaamsholte voort in huidaanhangsels, die hetzij langs de zijden of aan den rug geplaatst zijn, en in alle deze aanhangsels, welke niet zelden zelve nog vertakt zijn, dringen deelen van de lever, terwijl tevens het getal der inmondingsplaatsen van de galbuizen en de wijdte van deze toeneemt. Zoo ontstaat datgene wat men thans, nu men allerlei tusschentrappen kent, teregt als eene verspreide of diffuse lever beschouwt, maar dat vroeger als

een soort van met het darmkanaal verbonden vaatstelsel werd geduid en door QUATREFAGES met den naam van *phlebenterismus* bestempeld. Eene zekere overeenkomst met het van straalsgewijs geplaatste aanhangsels voorziene darmkanaal der Asterien (bl. 229) en met het zich in een grooter of kleiner getal van takken splitsende darmkanaal der Planarien en der Trematoden is niet te miskennen. Die overeenkomst is echter meer schijnbaar dan wezenlijk en betreft alleen de uitlozingskanalen met hunne vertakkingen, waarin werkelijk soms kleine deelen der spijs doordringen, maar niet de eigenlijke leverzelfstandigheid, die in genoemde afdeelingen ontbreekt, terwijl zij daarentegen hier als een bijzonder deel, dat zich alleen in vele kleine deelen gescheiden heeft, steeds aanwezig is.

Fig. 241.



Darmkanaal met leveraanhangsels van *Aeolis papillosa*.

e Slokdarmhoofd; *t'* slokdarm; *t* maag; *u* darm; *v* hoofdkanaal der lever, *v'* daaruit ontspringende takken. De fijnere in de kieuwaanhangsels dringende takjes zijn niet afgebeeld.

Alle Cephalopoden bezitten een sterk ontwikkelde lever. Bij de Decapoden en Octopoden ligt zij vóór het boven (bl. 277) genoemde tusschenschot, als eene enkele digte, hoewel nog in twee zijdelingsche hoofdlobben gescheiden, massa, boven den daaronder doorgaanden slokdarm. Deze verdeeling in twee hoofdlobben is volkomen bij *Sepia* (fig. 238 bl. 278), maar in den regel zijn deze in verschillende mate onderling verbonden. Die van *Nautilus* bestaat uit vier hoofdlobben, welke ter weerzijde der plaats gelegen zijn waar de voormaag in de maag overgaat. Uit elke hoofdlob komt een galbuis, die zich met de andere vereenigend in het einde van den blindzak mondt. Is deze laatste spiraalsgewijs gewonden, zoo als b. v. bij *Octopus* (fig. 239 bl. 279), dan liggen de galbuizen in de as der spiraalwinding.

Bij verscheidene Decapoden zijn de galbuizen uitwendig bezet met vlokkige lobjes, die in maaksel weinig van de leverlobjes verschillen, maar bleeker van kleur zijn. Men heeft daarin, doch zonder afdoenden grond, eene buikspeekselklier willen zien. Ook bij eenige Opisthobranchiën (*Aplysia*, *Doris*, *Doridium*, *Tritonia*) heeft men gemeend eene buikspeekselklier te herkennen, die zich hier echter als eene eigene klier, welke in de maag inmondt, zoude vertoonen.

Vaatstelsel.

70. Reeds boven (bl. 248) is opgemerkt, dat het bloedvaatstelsel der Weekdieren niet alleen zeer ongelijke graden van zamengesteldheid aanbiedt, maar dat ook de daarin bestaande verschillen bezwaarlijk allen tot een gemeenschappelijk plan kunnen worden teruggebragt, tenzij men de klassen der *Bryozoa*, der *Brachiopoda* en der *Tunicata* van de overige afzondert, die inderdaad zulk een gemeenschappelijk plan duidelijk vertoonen.

Eene tweede opmerking, die wij hier vooraf moeten laten gaan, is dat het bloedvaatstelsel der Weekdieren in het allernaauwste verband staat tot de ademhalingsorganen, zoodat men zich van het eerste slechts dan eene goede voorstelling kan vormen, wanneer men op dit laatste tevens het oog vestigt. Elke wijziging in de ademhalingsorganen gaat gepaard met eene daaraan beantwoordende wijziging in het bloedvaatstelsel.

In de derde plaats bestaat er een verband tusschen het bloedvaatstelsel en de algemeene ligchaamsholte, waarin de overige organen gelegen zijn. Een overal volkomen gesloten bloedvaatstelsel, d. i. een zoodanig, waarin de slagaders, na zich in al fijnere en fijnere takken verdeeld te hebben, eindelijk in een net van haarvaten overgaan, waaruit op hunne beurt weder de aderlijke vaten ontspringen die het bloed naar de ademhalingsorganen voeren, schijnt bij geen enkel Weekdier te bestaan, ofschoon in bepaalde gevallen hier en daar zeer fijne vaatverdeelingen kunnen voorkomen, die bij de hoogste vormen van

Weekdieren zelfs plaatselijk tot een waar haarvatennet worden, waaruit de aderen haren oorsprong nemen. Toch is het de regel, dat zich de slagaderlijke takken openen in de ruimten (*lacunae*), welke zich tusschen de organen en de hen zamenstellende deelen bevinden, en voortzettingen van de algemeene ligchaamsholte zijn, zoodat er derhalve geen eigenlijke grens te trekken is tusschen het zich daar ophoudend voedingsvocht en het zich daarin uitstortende bloed, terwijl ook het aderlijke stelsel met opene wortels ontspringt, ongeveer als de lymphvaten der Gewervelde dieren (Dl. II bl. 379). Die ruimten nu kunnen allerlei wijdten hebben. Zijn zij zeer wijd, omgeven zij het een of ander orgaan of strekken zij zich daarin uit, dan noemt men haar boezems (*sinus*). Die boezems kunnen nog min of meer door bindweefselscheeden begrensd zijn en zoo tot eene zekere mate van zelfstandigheid geraken, zonder daarom nog eenvoudig als verwijde vaten te kunnen beschouwd worden. Zij zijn dan veeleer te beschouwen als deelen van de algemeene ligchaams- of peritoneaal-holte, die door voortzettingen van het peritonaeum bekleed zijn. Evenmin mogen de kleinere, dikwijls een net vormende kanalen in en tusschen de verschillende weefsels, waarin het bloed vaste banen volgt en die daarom ook na de injectie van het bloedvaatstelsel het voorkomen hebben van bloedvaatnetten, als werkelijke vaten beschouwd worden, gelijk door sommigen gedaan is 1). Het is wel is waar in vele gevallen uiterst moeijelijk met zekerheid te beslissen of het bloed zich in eenvoudige tusschenruimten of in ware vaten beweegt, omdat het eenige criterium bestaat in het al of niet aanwezig

1) Zoo door KEBER *Beiträge zur Anatomie und Physiologie der Weichthiere*, 1851, door LANGER in de *Denkschrift. der mathem. naturw. Kl. d. Kais. Akademie*, VIII en XII, door ROBERTSON in *Ann. a. Magaz. of Natural History*, XIX p. 1, en door WEDL in de *Sitzungsber. d. Kais. Akad.* 2te Abth. LVIII p. 269. Een van het bloedvaatstelsel gescheiden watervaatstelsel is door ROLLESTON en ROBERTSON verdedigd in de *Phil. Transactions* 1862 p. 29 en *Ann a. Mag. of Nat. History*, 3th Ser. VIII p. 426 en X p. 446. Ons schijnt het door MILNE EDWARDS sedert 1844 verdedigde standpunt, dat trouwens reeds vroeger door DELLA CHIAJE was voorbereid, nog steeds het ware toe.

zijn van eigene vaatwanden, die, als zelve zeer dun wordende naar gelang de vaattakjes fijner zijn, ligtelijk aan de waarneming kunnen ontsnappen. Toch pleiten voor het bestaan van een lacunaire bloedsomloop, zij het dan ook in zeer ongelijke graden bij de onderscheidene groepen van Weekdieren, te vele gronden, om dien te kunnen ontkennen. Een hoofdgrond is het verband waarin het bloedvaatstelsel tot het zoogenaamde watervaatstelsel staat. Beide deze stelsels maken eigenlijk een zamenhangend geheel uit, een stelsel van holten, kanalen en vaten, waarin water door bepaalde openingen kan binnentreden, dat zich dan met het daarin aanwezige bloed vermengt. Hierdoor wordt derhalve de hoeveelheid van het in het ligchaam bevatte vocht vermeerderd, en het ligchaam neemt dien ten gevolge in omvang toe. Door de zamentrekking van den huidspierzak of van bepaalde gedeelten van dezen, kan dan het met water vermengde bloed naar deze of gene plaats des ligchaams worden gedreven, waardoor hetzij eene uitstulping van zekere ligchaamsdeelen (slurp, voelers enzv.) wordt te weeg gebragt, of eene aanzwelling van eenig deel (b. v. den voet), dat dien ten gevolge niet enkel in omvang maar ook in stijfheid toeneemt. Tevens echter bezitten deze dieren het vermogen om hunnen ligchaamsomvang weder te verkleinen door zich zamen te trekken, onder het gelijktijdig naar buiten treden van het met water vermengde bloed door eigene openingen aan de ligchaamsoppervlakte.

Het bloed-watervaatstelsel der Mollusken heeft derhalve eene dubbele beteekenis. Eensdeels dient het, even als het bloedvaatstelsel overal elders, tot het heenvoeren van de uit het voedsel geputte voedende stoffen naar de verschillende ligchaamsdeelen en de terugvoering uit deze naar de ademhalingsorganen en vandaar weder naar het hart; anderdeels tot het mogelijk maken van bewegingen, die een stijf en vast worden van de daartoe strekkende organen vorderen. Maar bovendien staat deze inrigting ook met de ademhaling en de excretie in verband, gelijk beneden blijken zal.

Het bloed der Weekdieren is meestal kleurloos, en daarin

zweven kleine wandlooze cellen, die na overeenstemmen met de lymphabolletjes of zoogenaamde witte bloedligchaampjes der Gewervelde dieren. Is het bloed, gelijk somtijds voorkomt (bij eenige Gasteropoden en Cephaloden) gekleurd, dan is die kleur eigen aan het bloedvocht zelve. Aangestipt verdient nog te worden, dat in het bloed van sommige Pulmonaten (*Helix*, *Arion*) en Cephalopoden (*Sepia*) koper gevonden is (Harless). Gewoonlijk bevat het eene aanzienlijke hoeveelheid kalk, die voor de vorming der schelp verbruikt wordt 1).

71. Bij eene nadere beschouwing van het bloedvaatstelsel der Weekdieren, is het raadzaam de drie klassen der Bryozoën, Tunicaten en Brachiopoden van de overige gescheiden te houden.

De Bryozoën missen nog elk spoor van bloedvaten. De geheele ruimte rondom de spijsverterings- en voortplantingsorganen is met voedingsvocht gevuld en maakt, om zoo te spreken, een enkele groote sinus uit, die zich door daaruit komende takken in de armen of kieuwranken voortzet. Daar nu het vooreinde van den endocyst met den kieuwrankenkrans zich kan uit- en instulpen, en bij verreweg de meesten de uitwendige bekleedselen, de ektocyst, een vasten wand vormen die elke vergrooting of verkleining van het achterligchaam belet, zoo spreekt het van zelf dat de hoeveelheid van dit ligchaamsvocht door in- en uitstroomen van het omringende water moet toe- en afnemen. Toch is het nog slechts bij zeer weinige soorten gelukt eene daartoe, en tevens tot het naar buiten treden der eijeren en spermatozoiden, strekkende opening, welke omgeven van trilcilien zich bevindt aan het einde eener kleiner papil tusschen de inplanting van twee der kieuwranken, waar te nemen (Hincks).

72 Geheel eigendommelijk en bezwaarlijk met die van andere Weekdieren te vergelijken is de inrigting van de organen voor de

1) Men zie hierover het aan bijdragen voor de physiologie der Weekdieren rijke opstel von Carl Voigt in *Zeits. f. Wiss. Zool.* X. p. 469 en volg.

bloedbeweging bij de Tunicaten. In enkele punten bestaat er toenadering tot het bloedvaatstelsel van sommige Wormen, doch ook hier stuit eene nadere vergelijking op moeijelijk te overwinnen bezwaren.

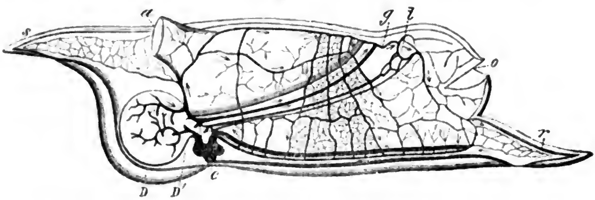
Indien men welligt *Pelonaea* uitzondert, hebben alle Tunicaten een hart als centraaldeel van de bloedbeweging. Dit hart ligt steeds in de achterste ligchaamsafdeeling, digt bij de organen der spijsvertering en voortteling. Het is altijd een enkele zak, die gewoonlijk een langwerpig ronde, soms buisvormige gedaante heeft en zich voor-benedenwaarts en achter-bovenwaarts in het beneden nader te beschrijven stelsel van ruimten en kanalen opent, waarin het bloed wordt voortbewogen. Een voorkamer ontbreekt daaraan altijd, maar een hartezakje met dunne wanden is in verscheidene gevallen waargenomen. Dikwijls neemt men daaraan ondiepe dwarse insnoeringen waar. De zamentrekkingen van dit hart stuwen het bloed niet, gelijk bij andere dieren, steeds in gelijke rigting, maar afwisselend dan eens in de eene rigting en dan weder in de tegengestelde, met dien verstande, dat elk dezer rigtingen gedurende een zeker getal van zamentrekkingen van het hart behouden blijft, waarna zij door de andere, mede gedurende een zeker getal van zamentrekkingen, wordt opgevolgd. Van een slagaderlijk of aderlijk gedeelte van het bloedvaatstelsel kan derhalve bij de Tunicaten geen sprake zijn.

Bij *Appendicularia* en *Doliolum* zijn geene bijzondere kanalen waarneembaar, door welke het bloed stroomt, doch de overige Tunicaten zijn in het bezit van een dikwijls zeer volledig stelsel van bloedkanalen, die door talrijke anastomosen onderling zamenhangen en niet zelden sierlijke netten vormen. Toch bezitten die kanalen geene eigene wanden; zij zijn derhalve geen vaten, maar deelen van het algemeene lacunenstelsel, dat zich als grootere en kleinere ruimten ook op andere punten tusschen de organen uitstrekt.

Overal waar zulk een kanalenstelsel optreedt, zijn twee hoofdkanalen aanwezig, die in eene overlangsche rigting loopen, namelijk een buikkanaal en een rugkanaal. Beiden zijn gelegen in de zelfstandigheid van het binnenste hulsel. Het hart staat door

zijne beide openingen in verband met elk dezer kanalen, zoodat, bij de afwisselende zamentrekking in de twee tegenovergestelde rigtingen, het uit het hart komende bloed dan eens het eerst in het buikkanaal, dan weder in het rugkanaal voorwaarts gestuwd wordt. Deze beide hoofdkanalen staan altijd door dwarskanalen in onderling verband, hetzij (bij de Salpen, fig. 242) door eenige weinige grootere die boogsgewijs aan beide zijden van het eene naar het andere kanaal gaan en onderling nog door talrijke anastomosen verbonden zijn, of (bij de Ascidien en Pyrosomen, fig. 203 en 204 bl. 251

Fig. 242.



Geslachtsdier van *Salpa africana-maxima* van de regter zijde gezien, met het vaatstelsel. Naar H. MULLER.

o buccaalopening; *a* cloacaalopening; *c* hart; *g* zenuwknoop met het rudimentaire oog; *l* trilgroefje; *r* voorste en *s* achterste uitsteeksel ter bevestiging der individu's aan elkander.

en 252) door een net van fijne anastomoserende overlangsche en overdwarse kanaaltjes, die zich in de mazen van den kieuwzak verbreiden. Ook in dit laatste geval zijn in den ligchaamswand zelven nog fijne kanaaltjes, waaruit bij velen zelfs takjes in het uitwendige hulsel dringen en daar blind eindigen. Bij de Salpen ontvangt ook de kieuw eigene vaatkanalen, die voorwaarts met het rugkanaal zamenhangen en achterwaarts met de holte van het hartezakje, dat niet anders dan een boezem is, waarin het bloed, dat bestemd is de achterste opening van het hart in- of uit te treden, zich tijdelijk verzamelen kan. Daarin monden ook de overige boezems, welke de overige organen omgeven. Zij wier ingewanden binnen een zoogenaamden nucleus te zamengewonden liggen, vertoonen ook daarin een kanaalnet, dat zich in het hartezakje en van daar in het

achtereinde van het hart opent. Dit net ontspringt uit het bovengenoemde buikvat. Wordt dit gevuld, dan gaat ook een deel van het bloed naar den nucleus; keert de bloedstroom om, dan treedt het door de kieuwen gestroomde bloed daarin binnen. Bij de zamengestelde Ascidien verbreiden zich kanalen in de gemeenschappelijke gedeelten van den stok en stellen zoo een verband daar tusschen de bloedkanaalstelsels der bijzondere individu's.

73. In de klasse der Brachiopoden zijn vroeger de met opene monden aanvangende binneneinden der 2 of 4 eileiders ten onregte voor harten gehouden. Het ware hart, het eerst door Hancock aangewezen, is een eenkamerig zakje, dat gelegen is in de middellijn des ligchaams, boven de maag, onmiddellijk achter den middelsten gastroparietaalband. Het meest zelfstandig en vrij is het bij de Terebratuliden (fig 223 bl. 267). Bij *Lingula* (fig. 224 bl. 268) vertoont het zich als een eenvoudige vaatverwijding 1).

Uit dit hart treden slagaderlijke vaten, van eigene wanden voorzien, die eerst na zich herhaaldelijk vertakt te hebben in lacunen uitloopen. De verdeeling der voornaamste slagaderlijke vaten is in het kort de volgende. Twee hoofdvaten (*aortae*) ontspringen, hetzij met een zeer korten (bij de Terebratuliden) of met eenen langeren stam (bij *Lingula*), uit het hart. Elk dezer aorten verdeelt zich verderop in twee takken, waarvan de eene naar voren, de andere naar achteren loopt. De zich naar voren ombuigende takken zijn de beide mantelslagaders (*art. palliales*), waarvan de eene zich naar de ruglob, de andere naar de buiklob begeeft, daar binnendringt en zich netsgewijs vertakt. Zoowel

1) Volgens Semper (*Zeitschrift f. wiss. Zool.* XI p. 100 en XIV p. 421) zoude zelfs bij *Lingula* een hart geheel ontbreken, en ook Lacaze-Duthiers (*Ann. d. sciences nat.* 4me sér. XV p. 259) kon bij *Thecidium* geen hart vinden. Bij de moeijelijkheid van het onderzoek, waaraan het in elk geval zeer klein en weinig in het oog vallend hart gemakkelijk ontsnappen kan, meenen wij echter meer waarde te mogen hechten aan de positieve uitkomsten van Hancock (*Phil. Transact.* 1858), die bepaaldelijk ook aan *Lingula* een hart toekent. Intusschen kan dit punt nog geenszins als beslist worden beschouwd, vooral niet omdat het onderzoek van Semper bij het levend dier heeft plaats gehad, terwijl Hancock alleen op spiritus bewaarde voorwerpen kon onderzoeken.

aan de rug- als aan de buikmantelslagader bevindt zich een klein kloppend zakje, een bijhart, dat soms nog dubbel is. De beide andere takken, die uit de aorten komen, splitsen zich wederom in twee kleinere, eenen binnen- en eenen buitenwaartschen tak. De beide binnenwaartsche takken vereenigen zich vervolgens weder in de middellijn om een steelslagader te vormen. De andere takken openen zich in het lacunen-stelsel. Dit laatste kan men zich voorstellen als grootendeels gevormd door het buikvlies, waarvan plooien, onder den vorm van banden (bl. 268), de ingewanden steunen en die als een hulsel omgeven. Een eigenlijk hartezakje ontbreekt wel is waar, maar het wordt vertegenwoordigd door dat gedeelte van den ingewandensinus, waarbinnen het hart gelegen is. Het zamengesteldst is het uit aan- en terugvoerende kanalen bestaande lacunenstelsel in de kieuwarmen, waarop wij beneden bij de ademhalingsorganen terugkomen. Voor de opneming en terugvoering van het uit de kieuwen en uit het overige ligchaam komende bloed naar het hart dient een sterke ader *(vena branchialis)*, welke in het midden der rugzijde in het mesenterium verloopt en zich vervolgens in twee zijdelingsche takken splitst, die uitloopen in een stelsel van ruime lacunen, welke het spijsverteringskanaal van alle zijden omgeven.

74. Indien men de kleine groep der Dentaliden uitzondert, bij welke tot dusverre geen hart gevonden is en het bloed naar het schijnt enkel in kanalen en holten bevat is, stemmen alle overige Mollusken-klassen ten opzigte van het maaksel van het bloedvaatstel na genoeg overeen om daarin een gemeenschappelijk plan te herkennen, dat slechts gewijzigd is in overeenstemming met andere wijzigingen in de geheele bewerktuiging.

Alle *Lamellibranchia*, *Gasteropoda*, *Pteropoda* en *Cephalopoda*, vereenigd de groep der *Otocardia* uitmakende, hebben een hart met een, twee of vier voorkamers, al naar gelang ook de ademhalingsorganen enkelvoudig, dubbel of viervoudig zijn. Deze enkelheid of dubbelheid der ademhalingsorganen en van het

hieraan beantwoordend getal der voorkamers van het hart, welke het daaruit terugkeerende bloed het eerst ontvangen, hangt zamen met de symmetrie of asymmetrie van het geheele ligchaam. Waar de beide ligchaamshelften, de regter en de linker, tot gelijke ontwikkeling komen en de ademhalingsorganen ter weerzijde gelijkmatig verdeeld zijn, gelijk bij schier alle Lamellibranchien, bij eenige weinige Gasteropoden en bij alle Cephalopoden, daar heeft het hart ook twee of (bij *Nautilus*) vier voorkamers. Zoodra echter de eene ligchaamshelft zich sterker ontwikkelt dan de andere, gelijk het geval is bij alle Gasteropoden die een gewonden schelp bezitten, dan komt een der kieuwen niet tot ontwikkeling, en daarmede verdwijnt ook tevens een der beide voorkamers, welke bij de symmetrische vormen aanwezig zijn. Ook bij laatstgenoemden kunnen de beide voorkamers echter tot eene enkele versmelten, wanneer namelijk de parige kieuwen digt opeen gedrongen aan den rug staan *(Dorididae)*. Dan echter bestaat de voorkamer toch nog uit twee symmetrische helften.

Een tweede punt van overeenkomst is, dat het hart in al de genoemde klassen van een hartezakje *(pericardium)* omgeven is 1), ofschoon de holte daarvan, de pericardiaalsinus, slechts eene afdeeling van het algemeen lacunenstelsel is en derhalve ook met andere afdeelingen daarvan in verband staat.

In de derde plaats ontspringt uit het hart steeds een groote slagaderstam, de *aorta*, die zich naar voren rigt. Bij volkomen symmetrische vormen (Lamellibranchiën, Cephalopoden) komt uit het achterste gedeelte van het hart nog een tweede stam, die dan als *aorta posterior s. minor* wordt onderscheiden. Wordt echter het ligchaam asymmetrisch (de meeste Gasteropoden), dan wordt deze achterste aorta vervangen door een tak, die, van de voorste of hoofdaorta ontspringende, zich achterwaarts ombuigt en dan *arteria posterior s. visceralis* genoemd wordt.

Eenigzins aanmerkelijke verschillen beginnen eerst op te tre-

1) Volgens LACAZE-DUTHIERS zoude echter het hartezakje bij *Anomia* ontbreken; evenzoo bij *Placuna*, volgens SEMPER.

den in de verdere verspreiding der uit deze hoofdstammen ontspringende vaten, die dan eens zich zeer spoedig in een lacunen-stelsel openen, dan weder, met behoud van eigene wanden, zich in al fijnere en fijnere takjes splitsen, totdat zij bij sommigen (Cephalopoden) ten deele in een waar haarvatennet overgaan, dat tevens het begin van het aderlijk stelsel is. Ten dien aanzien, d. i. wat het aandeel betreft van ware bloedvaten en van eenvoudige bloedbanen aan den gezamenlijken weg dien het bloed doorloopt, bestaan allerlei graden, en het is dikwijls zeer moeijelijk met zekerheid aan te wijzen, waar de vaten ophouden en de kanalen en holten van het lacunenstelsel beginnen.

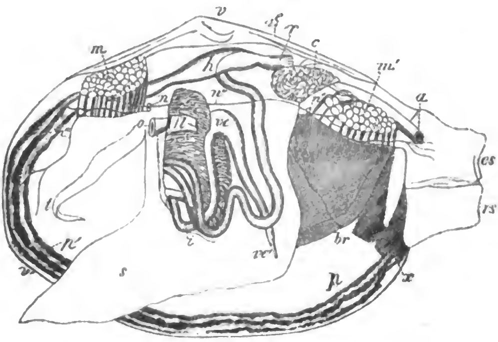
In de vierde plaats komen alle genoemde klassen daarin overeen, dat het hart het bloed ontvangt uit de ademhalingsorganen, derhalve slagaderlijk bloed, en wel langs den kortsten weg, daar het hart steeds in de onmiddellijke nabijheid der ademhalingsorganen is gelegen. Het hart is derhalve geen kieuwhart, gelijk dat der visschen, maar een ligchaamshart.

Eindelijk kan als vijfde punt, waarin althans velen (Lamellibranchiën, Cephalopoden) overeenstemmen, genoemd worden, dat een gedeelte van het aderlijk ligchaamsbloed, alvorens de ademhalingsorganen binnen te treden, zijn weg neemt door een orgaan, dat de verrigting van nier heeft, zoodat er derhalve hier een nierenpoortader-bloedsomloop plaats heeft, welke die der Gewervelde dieren herinnert (Dl. II, bl. 355, 360, 367), ofschoon met dit belangrijke verschil dat zich bij dezen het bloed hetwelk door de nieren gegaan is, met het overige aderlijke ligchaamsbloed, regtstreeks naar het hart en niet eerst naar de ademhalingsorganen begeeft. Door tusschenkomst van dit zelfde orgaan, dat zich buitenwaarts opent, geraakt ook het omringende water in het bloedbevattende lacunen- en vaatstelsel.

75. Bij het groote meerendeel der Lamellibranchiën ligt het hart, met twee zijdelingsche voorkamers en omgeven van een *pericardium*, in de middellijn des ligchaams aan de rugzijde, en, bij

de *Dimyaria*, iets vóór de achterste sluitspier en achter het slot. (fig. 243). Bij de *Monomyaria* neemt het eene van den rug verwijderde, meer binnenwaartsche plaatsing in, en bij *Tridacna*, waar trouwens de geheele ligchaamsmassa, in verhouding tot de schelp, als het ware eene omgekeerde stelling heeft, ligt het hart zelfs nader aan de opening der schepkleppen dan aan het slot.

Fig. 243.



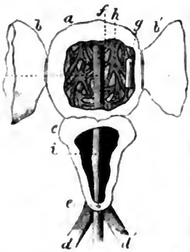
Anatomie van een Plaatkieuwig Weekdier, uit de afdeeling der *Dimyaria siphonostomata*; half schematisch.

v top van de schelpklep; *v'* onderste rand van de schelpklep; *s* voet; *p p'* mantel; *br* kieuw; *m* voorste-, *m'* achterste sluitspier; *rs* ademhaling-sipho; *cs* cloaca-sipho; *o* mond; *t* een der mondvoelers; *ve* maag; *ve'* zijn blindzak; *l* lever; i darm; *r* endeldarm; *a* aars; *h* hart; *n* bovenslokdarmknoopen; *n'* kieuwknoopen; *n''* verbindingstreng; *n'''* zenuwtakken; *e* eijerstok.

Wat de verhouding van het hart tot het laatste gedeelte van het darmkanaal, den endeldarm, betreft, zoo ligt deze aan zijne rugzijde, en bij eenige *Monomyaria* (*Ostrea*, *Anomia*, *Placuna*) gaat de endeldarm eenvoudig over het hart heen. Evenzoo is het bij *Teredo*. Gewoonlijk echter treedt de endeldarm in een nader verband tot het hart, in dier voege dat hij dit en het hartezakje als het ware doorboort. Geheel juist is echter deze uitdrukking niet; juister ware het te zeggen: dat het hart den endeldarm in zich opneemt door dien te omvatten. Deze omvatting

kan in verschillende graden plaats grijpen. Bij *Ungulina* gaat de endeldarm alleen door den rugwand van het hart. In de meeste gevallen splitst het zich voorwaarts in twee armen, die den endeldarm omvatten en elkander aan de rugzijde weder ontmoeten en zoo een ring vormen; in nog andere zet zich deze splitsing over het hart in zijne geheele lengte voort, zoodat het den schijn heeft alsof de endeldarm werkelijk door de holte van het hart gaat. In nog andere eindelijk (*Arca*) klimt deze splitsing tot eene werkelijke scheiding van het hart in twee helften, die elk voor zich een hart uitmaken, met daaruit ontspringende aorten, die zich echter verderop weder tot een enkelen stam vereenigen. Daar nu, gelijk uit het gezegde blijkt, ook daar waar de endeldarm door het hart heen gaat, dit eigenlijk een holle ring daarstelt, waarvan zich de tot binnenvlakte geworden buitenvlakte tegen den endeldarm aanlegt, zoo wordt het ook begrijpelijk waarom de zamentrekking van het hart geene zamendrukkende werking op den endeldarm uitoefent. In de hartholte strekken zich bovendien kleine spierbalkjes (*trabeculae carneae*) uit, die van wand tot wand gaan en dus ook, bij de zamentrekking van het hart, dat gedeelte van den hartwand, hetwelk met den endeldarm in aanraking is, tot het buitenwaarts gelegen gedeelte van denzelfden hartwand doen naderen en zoo, wel verre van den endeldarm door drukking te stuiten, dezen integendeel opengespannen houden (fig. 244).

Fig. 244.



Hart van *Tridacna elongata* geopend. Naar L. Vaillant.

a hartekamer; b regter voorkamer; b' linker voorkamer; c *bulbus arteriosus*; d d' voornaamste slagadertakken; e plaats van oorsprong van de *arteria recurrens pericardiaca*; f spierbalkjes tusschen den darm en den hartwand; g klep tusschen hartkamer en voorkamer; i endeldarm.

De wanden der voorkamers zijn merkelijk dunner dan die van het hart. De zamentrekking der eerste en die van het laatste hebben afwisselend plaats.

De uit het hart ontspringende aorten (fig. 226 bl. 271), de voorste en de achterste, voeren het bloed naar de verschillende organen. De voorste aorta (*aorta anterior*), soms nog aan haar oorsprong voorzien van eene verdikking (*bulbus aorticus s. arteriosus*), strekt zich naar den mond uit en geeft onderweg ter weerzijde takken af aan den mantel. de voelers, den voet, de voorste sluitspier, de maag en de lever. Naar de organen waarin zich deze slagadertakken verbreiden, worden zij benoemd, als *arteria pallialis anterior*, *art. pedalis*, *art. tentacularis*, enzv. De achterste aorta (*aorta posterior*) gaat onder den endeldarm en boven de achterste sluitspier, aan welke beiden zij takken afgeeft, naar het achterste gedeelte des mantels en wordt daar tot *arteria pallialis posterior*, die, zich vervolgens ombuigende en in den mantel haar weg voortzettende, zich met de van voren komende *art. pallialis anterior* vereenigt tot eene mantelkrans-slagader (*art. coronaria pallii*). Bij *Placuna* vormen de beide takken van de *aorta posterior*, alvorens daaruit de achterste manteladers ontspringen, een linker en een regter hulp- of mantelhart (SEMPER).

Alle slagadertakken verdeelen zich nog in kleinere takjes, die elk het bloed voeren naar een bepaald gedeelte van het orgaan waarvoor het bestemd is. Deze takjes kunnen door verdere splitsing nog fijner worden, maar schijnen toch nimmer, zooals sommigen gemeend hebben 1), een eigenlijk haarvatennet te vormen, dat het begin van een aderlijk stelsel zoude zijn. Zij openen zich in de ruimten tusschen de weefseldeelen, en van daar uit verzamelt zich het bloed in wijdere holten of boezems. Zulke, zich tot een net vertakkende, de rol van aderen vervullende ruimten bevinden zich in den mantel en desgelijks in den voet. Grootere ruimten of boezems omgeven de beide sluitspieren, voorts de ingewanden-massa met de voortteling-sklieren. Al die ruimten staan met elkander in verband, en het is nu daaruit dat het bloed weder zijnen weg naar het hart

1) Zie bl. 289.

terugvindt, nadat eerst nog een gedeelte daarvan, en wel het grootste, de kieuwen doorstroomd heeft, terwijl een kleiner gedeelte daarheen regtstreeks terugkeert. Aan de basis der kieuwen verloopen namelijk lange aderlijke kanalen, de aanvoerende kieuwaders (*venae branchiales afferentes*), die gewoonlijk kieuwslagaders (*arteriae branchiales*) genoemd worden. Daarin stort zich al het bloed uit, dat uit de rondom de sluitspieren gelegen boezems, welke vooral het aderlijke bloed uit den voet opnemen, en voorts datgene wat uit de rondom de ingewanden gelegen boezems terugkeert. Het grootste gedeelte van dit aderlijke bloed gaat echter ook niet regtstreeks naar de kieuwslagaders, maar doorstroomt eerst de Bojanussche ligchamen of nieren, en stort zich eerst daarna in de kieuwslagaders uit. Uit deze ontspringen zeer talrijke takjes, die het bloed door de kieuwen voeren; daaruit komende vervolgt het slagaderlijk geworden bloed zijnen weg in de langs den bovenrand der kieuwen verloopende terugvoerende kieuwaders (*venae branchiales efferentes*), die in de beide voorkamers van het hart monden, na alvorens zich vereenigd te hebben met andere aderlijke stammen, die het bloed uit den mantel, de mondvoelers en het hartezakje terugvoeren. Dit laatste bloed is derhalve niet door de kieuwen gegaan, en in zoo verre heeft er dus eene vermenging van slagaderlijk en aderlijk bloed plaats. Toch is het uit den mantel en de voelers terugkeerende bloed niet meer geheel als aderlijk te beschouwen, daar deze deelen door het luchthoudende water omspoeld worden, even als de kieuwen, en zij dus mede de rol van ademhalingsorganen vervullen.

Voor de toetreding van het water tot het bloed dienen de zich buitenwaarts openende uitlozingskanalen der Bojanussche ligchamen. Daardoor geraakt het water in de bloedruimten van dit orgaan, om vandaar uit vervolgens met het bloed zijn weg naar de kieuwen en verder naar het hart te vervolgen. Bovendien echter voert ter weerzijde een opening uit de Bojanussche organen regtstreeks naar het hartezakje, en vandaar naar de

voorkamers van het hart. Het is waarschijnlijk dat langs laatstgenoemden weg het grootste gedeelte van het opgenomen water in den bloedstroom geraakt. Ook aan den voet komen nog openingen voor, hetzij eene enkele grootere die in een overlangsch kanaal voert (*Unio*, *Anodonta*), of een aantal kleinere (*Cyclas*, *Mactra*, *Lima*, *Venus*, *Solen* e. a.), welke zich in even zoo vele naauwere kanalen voortzetten, die zich dan echter boven in den voet tot eene grootere ruimte vereenigen, welke door een zeefachtig doorboorden wand van de buikholte gescheiden is. Dat door deze voetopeningen, bij plotselinge zamentrekking des ligchaams, het ligchaamsvocht, d. i. het met het water vermengde bloed, naar buiten treedt, laat zich gemakkelijk waarnemen. Of daardoor ook langzaam weder water opgenomen wordt, gelijk sommigen willen, is veel minder zeker en zelfs onwaarschijnlijk.

76. Terwijl bij de Lamellibranchiën het bloedvaatstelsel zich zelven tamelijk gelijk blijft, en, waar afwijkingen voorkomen, deze zich tot betrekkelijk geringe wijzigingen bepalen, treden daarentegen merkelijk grootere verschillen op in de vormenrijke afdeelingen der Gasteropoden en Pteropoden. Deze verschillen kunnen wel is waar grootendeels als ontwikkelingsverschillen worden beschouwd, in dien zin dat, met bewaring van het algemeene plan, dit alleen in meer of minder volkomen mate wat de bijzonderheden betreft verwerkelijkt is. Zoo biedt het slagaderlijk stelsel allerlei trappen aan, van die gevallen af waarin de slagaders zich bijna onmiddellijk in lacunaire ruimten openen, tot andere toe waarin zij zich in al fijnere en fijnere takjes verdeelen, die met meer of minder regt reeds aanspraak op den naam van haarvaten kunnen maken; en ook het aderlijke stelsel vertoont zeer verschillende graden van differentieering, zoodat, terwijl bij de hoogere vormen een aderlijk stelsel in meerdere of mindere uitbreiding voorhanden is, dit in de laagste nog geheel gemist wordt. Toch bestaan daarin ook wijzigingen, die eenen dieperen grond hebben en met wijzigingen in de geheele

overige organisatie, bepaaldelijk van de ademhalingsorganen, zamenhangen. Waar deze laatste als zelfstandige organen geheel ontbreken, worden ook de voorkamers aan het hart gemist; waar ademhalingsorganen daarentegen aanwezig zijn, komen ook steeds voorkamers voor, ten getal van een of twee, die het bloed uit de steeds nabij gelegen ademhalingsorganen opnemen en naar het hart terugvoeren.

Eenige weinige gevallen zijn zelfs bekend, waarin een hart geheel schijnt gemist te worden. Dit ontbreekt namelijk niet alleen bij *Dentalium*, ofschoon een stelsel van ten deele netsgewijs verbonden kanaalachtige ruimten, die met eenige grootere boezems in verband staan, zich in alle organen verbreidt (Lacaze Duthiers), maar ook bij de op eene *Planaria* gelijkende *Rhodope* zoude een hart gemist worden (Kölliker). Reeds bij de zich aan laatstgenoemd geslacht naauw aansluitende geslachten *Pontolimax*, *Elysia* enzv., is echter een hart aanwezig.

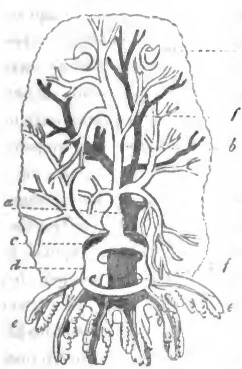
Het ontbreken van een hart in genoemde gevallen kan worden beschouwd als het blijven staan op eenen ontwikkelingstrap die voor het groote meerendeel een voorbijgaande is, en gedurende welken de huidspierzak de rol van het hart vervult. Ook op lateren leeftijd speelt de zamentrekking van dezen een groote rol in de voortbeweging van het bloed van het eene ligchaamsdeel naar het andere; doch bij eenigen, namelijk bij verscheidene *Gymnobranchia*, neemt men gedurende den larventoestand rhytmische zamentrekkingen van de huid achter den kop in de nekstreek waar. Dergelijke zamentrekbare huidblazen, die men ook wel ten onregte embryonale harten heeft genoemd, zijn ook aangetroffen bij de larven van verscheidene Prosobranchien (*Murex, Purpura*, *Buccinum*, *Ampullaria*), alsmede bij de embryones van naakte Pulmonaten; maar bovendien vertoont zich bij deze laatsten eene blaasvormige uitzetting aan het achtereinde, welke zich, afwisselend met de huidblaas in de nekstreek, zamentrekt, waardoor het bloed in de ligchaamsholte beurtelings van achteren naar voren en van voren naar achteren wordt gedreven.

Bij volkomen symmetrische ontwikkeling der beide ligchaamshelften, ligt het hart in de middellijn des ligchaams, digt tegen de rugvlakte; doch in de meeste gevallen, met name bij het meerendeel der Gasteropoden, is het, tegelijk met de ademhalingsorganen, naar de regterzijde verdrongen. Het wordt steeds omhuld door een hartezakje, waarvan de wanden openingen bezitten, zoodat er tusschen zijne holte (*sinus pericardialis*) en de naburige boezems eene opene gemeenschap bestaat. Dit hartezakje omgeeft tevens de voorkamer of de voorkamers, die het uit de ademhalingsorganen terugkeerende bloed opnemen en door een klepvlies van de hartekamer gescheiden zijn. Waar ademhalingsorganen geheel ontbreken of slechts eenvoudige uitstulpingen van de huid zijn, treedt het bloed uit de ligchaamsholte onmiddellijk in de zich daarin openende voorkamer, zonder door tusschenkomst van een ader daarheen gevoerd te worden. Bij *Phyllirhoë* is de voorkamer zelfs niet anders dan een trechtervormige zak met wijden mond, waarvan de randen aan het hartezakje en de naburige deelen bevestigd zijn. Andere kieuwlooze vormen, zoo als *Pontolimax* en het meerendeel der Pteropoden, bezitten echter reeds een meer begrensde voorkamer, met naauwen mond, die zich beurtelings sluit en opent. Evenzoo is het bij de *Aeolididae*, wier huidaanhangsels als kieuwen fungeren, en bij de Heteropoden, welker kieuwen genoemde deelen mede niet anders dan huiduitstulpingen zijn. Zoodra echter duidelijk gedifferentieerde ademhalingsorganen, hetzij dan kieuwen of longen, tot ontwikkeling komen, ontvangt de voorkamer het bloed uit deze door eene zich daarin openende ader, even als het algemeen bij de Lamellibranchiën het geval is. Waar dubbele kieuwen zijn, is dan ook de voorkamer dubbel, en in verscheidene gevallen wordt ook de endeldarm op dezelfde wijze als bij de Lamellibranchiën (bl. 298) door het hart omvat. Dit heeft niet alleen plaats bij geheel bilateraal-symmetrische vormen, zooals *Patella*, *Fissurella*, *Parmophorus*, *Chiton*, maar ook bij eenigen die, gelijk *Haliotis*, *Turbo*, *Neritina*, *Nerita*, *Navicella*, een

min of meer gewonden en eenzijdig ontwikkeld ligchaam hebben.

Ten opzigte der plaats door de voorkamer in verhouding tot het hart ingenomen, kan men twee hoofdvormen onderscheiden. Bij velen is namelijk het hart achter de voorkamer gelegen en de voorkamer naar de voorwaarts geplaatste ademhalingsorganen toegekeerd (fig. 246 volg. bl.). Dit is het geval bij alle *Gasteropoda prosobranchiata*, die daarnaar dan ook hun naam hebben, en evenzoo bij de *Heteropoda* en schier alle *Pulmonata* (*Prosopneumea*). Eene omgekeerde verhouding, d. i. dat de voorkamer zich achter het hart bevindt (fig. 245), wordt vooreerst aangetroffen overal waar ook de kieuwen aan de achterste ligchaamshelft geplaatst zijn, zoo als bij de *Dorididae*, *Aplysidae*, *Pleurobranchidae* e. a., die daarom teregt als *Gasteropoda opisthobranchiata* onderscheiden worden. Maar ook in vele andere gevallen, waar kieuwen ontbreken, is de voorkamer achterwaarts gekeerd; zoo bij de eene long, aan het achtereinde des ligchaams, bezittende geslachten *Onchidium* en *Peronia*, die daarom als *Pulmonata opisthopneumea* kunnen worden zamengevat. Voorts komt diezelfde plaatsing ook voor bij vele lagere vormen onder de Gasteropoden, die alleen door de huid ademhalen (*Pontolimacidae*, *Phyllirhoidae*), en evenzoo bij schier alle *Pteropoda*. Wij moeten hier echter doen opmerken, dat in die verschillende gevallen de hartekamer en de voorkamer geenszins altijd juist achter elkander gelegen zijn, hetzij in de middelas of daarbuiten, maar dat beiden ook dikwerf eene méer overdwarse of scheeve stelling innemen,

Fig. 245.



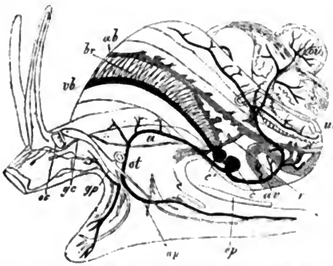
Schematische voorstelling van het vaatstelsel van *Doris*.

a hartkamer; *b* *aorta cephalica*; *c* voorkamer; *d* kieuwader; *e e* kieuwen; *f* aders.

zoodat er, inzonderheid onder de Pteropoden, vormen voorkomen, die als het ware den overgang tusschen beide hoofdvormen daarstellen. Ook bij de naakte Pulmonaten (*Limacidae*) is de long en daarmede de voorkamer in schuinsche rigting achter het hart geplaatst.

Algemeen ontspringt uit het hart een enkele aorta, die soms aan haar oorsprong eene duidelijke verdikking (*bulbus aorticus*) vertoont, terwijl zich inwendig daar ter plaatse een klepvlies bevindt. Deze aorta is steeds kort. Soms, b. v. bij vele Opisthobranchiën, splitst zij zich nog binnen het hartezakje, in twee takken; in andere gevallen vormt zij een kort stammetje, waaruit dezelfde twee hoofdtakken hunnen oorsprong nemen (fig. 246). Een dezer takken, beantwoordend aan de *aorta anterior* der Lamellibranchiën (verg. bl. 300), begeeft zich naar voren en wordt gewoonlijk als *arteria cephalica*, ook wel als *art. corporalis*, onderscheiden. De tweede, die overeenstemt met de *aorta posterior* der Lamellibranchiën en zich achterwaarts ombuigt, heet *art. visceralis*. In den regel is de *art. cephalica* de aanmerkelijkste dezer beide hoofdtakken der aorta; zij voert het bloed niet enkel naar den kop en de daaraan en daarin gelegen deelen, maar ook naar den slokdarm, de maag, de speekselklieren en het voorste gedeelte des mantels, en, waar een voet is, geeft zij aan dezen een grooten tak af, de *art. pedalis*, welke bij de Pteropoden verte-

Fig. 246.



Schematische afbeelding van het bloedvaatstelsel van *Paludina vivipara*. Naar LEYDIG.

c hart; *c'* voorkamer; *a* aorta; *av art. visceralis*; *ap art. pedalis*; *vb art. branchialis s. vena branchialis afferrens*; *ab art. branchialis s. vena branchialis efferrens*; *br* kieuw; *r* nier; *oc* oog; *gc* bovenslokdarmzenuwknoop; *gp* voetzenuwknoop; *ot* gehoororgaan; *op* deksel; *ov* eijerstok; *ut* uterus.

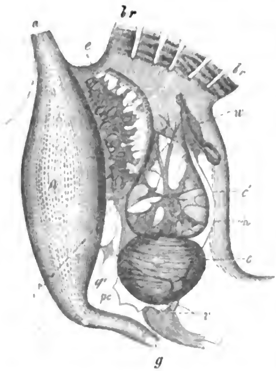
genoordigd wordt door twee evenzeer aanmerkelijke takken, die zich in de vinnen verbreiden. De *art. visceralis* verdeelt zich over den darm, de lever en de voortlelingsorganen, en de uit haar ontspringende takjes kunnen, vooral bij de Prosobranchiën en Pulmonaten, eene groote fijnheid bezitten, zoodat zij bijna het voorkomen van haarvaten erlangen, zonder dit werkelijk te zijn, d. i. zonder tot wortels van het aderlijk stelsel te worden. Zij openen zich integendeel, evenals ook de takken van de *arteria cephalica*, in opene ruimten tusschen de weefsels en de in de algeneene ligchaamsholte gelegen organen. Overigens bestaan er bij de talrijke vormen dezer afdeelingen nog velerlei trappen, niet enkel ten aanzien van de meerdere of mindere fijne verdeeling van de tot het slagaderlijk stelsel behoorende vaten, maar ook ten opzigte van het aderlijk gedeelte van den bloedsomloop. Terwijl, gelijk reeds boven (bl 304) gebleken is, er eenigen zijn, waarin geheel geen aderen bestaan, maar het bloed, hetwelk uit het zich tusschen en om de ingewanden alsmede in den ligchaamswand netsgewijs verbreidende lacunenstelsel terugkeert, onmiddellijk de zich vrij openende voorkamer binnentreedt, verzamelt zich daartegen bij allen, die goed ontwikkelde kieuwen of longen hebben, het bloed in kanalen, die, wanneer zij duidelijke wanden verkrijgen, tot vaten of ware aderen worden, welke het bloed naar de ademhalingsorganen toevoeren, en *arteriae branchiales s. pulmonales*, juister *venae afferentes*, bij de Pulmonaten ook *circulus venosus*, genoemd worden. In de ademhalingsorganen verbreidt zich dan het bloed in fijne daaruit ontspringende takjes, die zich vervolgens weder tot grootere stammen (*venae branchiales s. pulmonales*, juister *venae efferrentes*) vereenigen, welke in de voorkamer monden. Ook komen er ten aanzien der aderverbreiding in de ademhalingsorganen bij de onderscheidene afdeelingen nog tamelijk groote verschillen voor, welke inzonderheid afhangen van het maaksel der ademhalingsorganen zelve en van de door hen ingenomen plaats. Eene uitvoerige beschrijving van het daaromtrent reeds bekende

zoude echter hier te veel ruimte vorderen en zonder vele afbeeldingen onverstaanbaar blijven. Niet onopgemerkt mogen wij het echter laten, dat althans bij de Prosobranchiën en de Pulmonaten een gedeelte van het aderlijke bloed, dat uit de ligchaamsboezems terugkeert, niet naar de kieuwen of longen, maar door een vat (*vena renalis afferens*) naar de nier gaat, die daarentegen geen slagaderlijk bloed ontvangt. In en om de nier verdeelt zich het bloed in een fijn vaatnet, en daaruit ontspringt de terugvoerende nierader (*vena renalis efferens*), die zich opent in de ader (*vena branchialis s. pulmonalis*), welke het bloed uit de ademhalingsorganen naar de voorkamer van het hart voert. Er heeft dus ook hier een soort van nierpoortaderbloedsomloop plaats, doch welke van die der Lamellibranchiën (bl. 300) in een belangrijk punt verschilt, dat namelijk het uit de nier of het Bojanusche orgaan komende bloed niet eerst de ademhalingsorganen doorstroomt, alvorens naar het hart terug te keeren. Overigens zijn er bij de Prosobranchiën en bij eenige Opisthobranchiën (*Dorididae*) nog andere wegen, langs welke een gedeelte van het aderlijke bloed uit den ingewandensinus en uit het kanalenstelsel in den ligchaamswand zich naar den voorhof van het hart begeeft, zonder eerst door de kieuwen te gaan, zoodat er derhalve in het hart eene menging van slagaderlijk en aderlijk bloed plaats grijpt. Zulke voor de regtstreeksche terugvoering van het aderlijke bloed naar het hart dienende aderen schijnen echter, behalve de reeds genoemde nierader, bij de Pulmonaten te ontbreken.

Voor de invoering van water in het bloed dient ook hier, even als bij de Lamellibranchiën, de nier, welk orgaan steeds in de onmiddellijke nabijheid van het hart gelegen is. In het eenvoudigste geval, namelijk bij de Pteropoden en Heteropoden, die uithoofde der doorschijnendheid van hun ligchaam voor zulke waarnemingen bijzonder geschikt zijn, heeft dit orgaan (fig. 247) twee openingen, eene buitenwaartsche in de mantelholte, en eene binnenwaartsche die in den boezem van het hartezakje en van

daar in de ligchaamsholte voert. In de genoemde afdeelingen en waarschijnlijk ook nog in andere groepen is dit orgaan bo-

Fig. 247.



Nier en naburige deelen van *Pterotrachea mutica*, naar GEGENBAUR. Vergroot

n darm; *a* aars; *br* kieuwen; *e* nier; *e'* haar buitenste opening; *e''* haar binnenste opening; *c* hart; *c'* voorkamer; *ar* aorta; *v* twee klepjes; *pc* hartezakje; *g* ingewanden-zenuwknoop; *g'* mantel-zenuwknoop; *n* trilorgaan; *n* zenuwtak daarheen.

vendien contractiel, zoodat het wel eens voor een bijkomend hart, een poortaderhart, is aangezien. Het opnemen van water daardoor en de vermenging daarvan met het in de ligchaamsholte bevatte bloed laten zich derhalve gemakkelijk verklaren. Iets zamengestelder, ofschoon in de hoofdzaak gelijk, is de inrigting bij de Prosobranchiën. Hier verbreidt zich, gelijk wij boven zagen, een fijn net van aderen in de nier. In deze aderen bevinden zich openingen, welke gemeenschap hebben met de holte der nier, waarin zich het daaruit naar buiten voerende kanaal opent. De weg is derhalve ook hier aangewezen, langs welken zich water met het bloed in de nier en vervolgens door tusschenkomst der nierader met het bloed in het hart vermengen kan.

Maar behalve dien weg waardoor het bloedvaatstelsel met het water, te midden waarvan zich het dier ophoudt, in opene gemeenschap staat, zijn er nog andere wegen, langs welke water hetzij in het bloed kan geraken, of het met water vermengde bloed naar buiten gedreven worden, wanneer het dier zijn ligchaam zamentrekt en daardoor zijn omvang vermindert. De op het land levende Pulmonaten nemen het water als drank op. Het wordt derhalve osmotisch, d. i. door de opslorpende werking der darmwanden, in het bloed dat deze omspoelt, gebragt.

Maar zij, zoowel als alle Prosobranchiën en Opisthobranhiën alsmede althans sommige Pteropoden, hebben bovendien openingen, die regtstreeks in de ligchaamsholte voeren. Deze openingen kunnen zich op verschillende plaatsen des ligchaams bevinden. Bij *Tethys* zijn zij aan de rugzijde van het dier, tusschen de daar aanwezige, paarsgewijs geplaatste rugkieuwen, gelegen (LACAZE-DUTHIERS). Gemeenlijk echter is de voet de zitplaats dezer openingen, hetzij van eene enkele groote of van meerdere kleine. Zij voeren in zich vertakkende kanalen, die, gelijk bij de Lamellibranchiën, in den ingewanden-sinus monden.

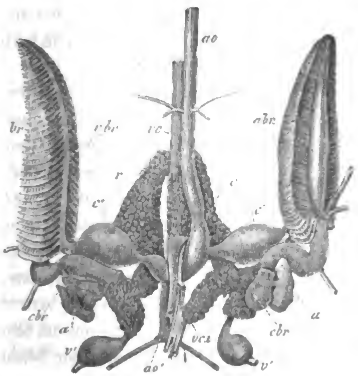
Door de vulling van dit kanalenstelsel met water of met waterhoudend bloed kan zich de voet zoo sterk uitbreiden, dat deze bij velen den omvang der schelp aanmerkelijk te boven gaat. De vraag echter of de genoemde openingen in den voet, behalve tot het naar buiten treden ook nog tot invoering van het water dienen, en zoo ja, of in het laatste geval altijd eene volkomene vermenging met het ligchaamsbloed plaats heeft, dan wel of, gelijk sommigen willen, het ingetreden water daarvan, althans tot op zekere hoogte gescheiden blijft, kan niet met zekerheid worden beantwoord. Zeker alleen is het dat er tusschen de holten en kanalen, waarin het aderlijke ligchaamsbloed zich bevindt, en het waterkanaalstelsel in den voet eene opene gemeenschap bestaat, hetgeen reeds daaruit blijkt, dat, wanneer een slak zich zamentrekt, zij eene zeer aanmerkelijke hoeveelheid vocht uitstort, hetwelk voornamelijk door den voet naar buiten treedt, en dat dit vocht wel is waar grootendeels uit water bestaat maar ook bloed, herkenbaar aan de eiwitstoffen en de bloedligchaampjes, bevat 1). De zamentrekking en de daarbij

1) Hoe aanmerkelijk de hoeveelheid van het vocht is, dat door zamentrekking van het ligchaam naar buiten treedt, zelfs bij zulke soorten die op het land leven en dus waarschijnlijk geen water door den voet opnemen, kan blijken uit het volgende voorbeeld. In eenige flesschen werden 61 individu's van *Arion rufus*, te zamen wegende 528 grammen, verdeeld, en nabij den door een stop gesloten mond van elke flesch een met chloroform doortrokken stuk spons opgehangen. De dieren trokken zich daarop sterk zamen. Het hierbij naar buiten getreden vocht, deels bestaande uit slijm uit de huidklieren deels uit naar buiten gedreven bloed, woog

plaats grijpende uitstorting van het vocht geschieden snel, de opzwelling en opneming van het water daarentegen zeer langzaam.

77. Evenals in andere opzigten, staan ook ten aanzien der ontwikkeling van het bloedvaatstelsel de Cephalopoden onder de Mollusken op den hoogsten trap. Wel is waar sluit het zich aan dat der laatst beschouwde afdeelingen, maar, terwijl bij dezen een waar haarvatenstelsel hetzij geheel ontbreekt of althans zeer beperkt is, treedt dit daarentegen bij de Cephalopoden in groote uitgestrektheid op, als het verband daarstellende tusschen de slagaders en de aders, terwijl daarentegen het lacunaire stelsel, ofschoon nog hier en daar door ruime boezems en de algemeene ligchaamsholte, binnen welke de organen gelegen zijn, vertegenwoordigd, meer op den achtergrond treedt. Bovendien voegen zich (met uitzondering van *Nautilus*) bij het eigenlijke hart nog twee hulp-

Fig. 248.



Centraaldeelen van het bloedvaatstelsel en de kieuwen van *Sepia officinalis*. Naar J. Hunter.

c bartkamer; *c'*, *c'* voorkamers; *cbr*, *cbr* kieuwharten; *a* lobben daaraan; *ao aorta cephalica*; *ao' aorta abdominalis*; *vbr vena branchialis*; *abr arteria branchialis*; *br* kieuwen; *vc vena cava anterior*; *vci vena cava inferior*; *v v'* aderstammen uit den buiksinus; *r* aderaanhangsels of nier.

161 grammen, d. i. ongeveer 1/3 van het ligchaamsgewigt. Bij in water levende soorten, wier voet buitengewoon sterk aanzwellen kan, zoude zulk eene bepaling moeijelijk te overkomen bezwaren opleveren, doch naar het verschil in omvang te oordeelen, dat velen daarbij aanbieden, mag men gerustelijk de hoeveelheid van het naar buiten gedreven vocht in verscheidene gevallen op minstens de helft van het ligchaamsgewigt van het dier in den uitgestrekten toestand schatten.

harten of kieuwharten, waardoor het aderlijke bloed door de kieuwen gedreven wordt (fig. 248).

Het eigenlijke hart of ligchaamshart ligt achter in den ingewandenzak en heeft eene rondachtige gedaante, die echter bij onderscheidene soorten nog kleine verschillen aanbiedt. Het heeft dikke spierwanden en inwendige spierbalkjes. Daarin monden bij alle Dibranchiën 2, bij *Nautilus* 4 voorkamers, die het bloed van de ter weerzijde gelegen kieuwen naar het hart terugvoeren. Op de grens van elke voorkamer en van de hartekamer bevindt zich een halvemaanvormig klepvlies.

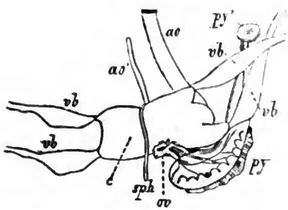
Uit het hart ontspringen altijd twee slagaderstammen, eene groote en eene kleine aorta (*aorta major et minor*), aan welker oorsprong desgelijks een of twee halvemaanvormige klepvliezen geplaatst zijn.

De groote aorta, welke beantwoordt aan de *arteria cephalica* der Gasteropoden (bl. 306) en aan de *aorta anterior* der Lamellibranchiën (bl. 300), komt uit het voorwaarts gekeerde gedeelte van het hart en geeft sterke takken af aan het voorste gedeelte van den mantel, voorts ook eenige takken aan het darmkanaal, de lever, de speekselklieren en den trechter, en vervolgt daarop aan de buikzijde van den slokdarm haren weg tot aan het kopkraakbeen, waar zij zich in twee takken splitst, die elk door eene bijzondere opening in het kopkraakbeen heengaan. Eenige kleinere takjes gaan met den slokdarm mede door den kraakbeenring heen en verbreiden zich in het slokdarmhoofd en de daarbinnen gelegen tong. De beide genoemde hoofdtakken zijn de stammen der armslagaders, die daaruit hunnen oorsprong nemen, nadat beide takken, zich bovenwaarts om- en naar elkander toebuigende, den slokdarm digt bij zijn oorsprong omvat hebben en alzoo tot een ringvat geworden zijn, dat echter aan de rugzijde niet altoos gesloten is.

De kleine aorta, ook wel buikslagader (*art. abdominalis*) genoemd en overeenstemmende met de *arteria visceralis* der Gasteropoden en de *aorta posterior* der Lamellibranchiën, ontspringt dan eens, als bij laatstgenoemden, achter uit het

hart, dan weder, als bij de eersten, uit zijn voorwaarts gekeerd gedeelte, maar toch altijd afzonderlijk, en nimmer, zooals bij dezen, uit een gemeenschappelijken stam. Als een tamelijk doorgaanden regel kan men stellen, dat bij zulke vormen, die een verlengd ligchaam hebben, gelijk de meeste Decapoden, de kleine aorta achter uit het hart komt, terwijl zij daarentegen bij meer verkorte vormen, zooals de Octopoden en Nautilus (fig 249), haren oorsprong uit de voorzijde van het hart neemt en zich dan achterwaarts ombuigt. Tot op zekere hoogte kan van dit verschil rekenschap worden gegeven, door aan te nemen, dat bij meer verlengde vormen het hart overlangs, bij meer verkorte vormen overdwars gelegen is. De kleine aorta geeft takken aan het achterste gedeelte van den mantel en, bij de Decapoden, ook aan de vinnen; bij Nautilus ontspringt daaruit ook de slagader voor de sipho. Voorts ontspringen nog daaruit kleine takken voor het achterste gedeelte van het darmkanaal en een grootere tak (*art. genitalis*), die zich in de voorttelingsorganen verbreidt.

Fig. 249.



Centraaldeelen van het slagaderlijk stelsel van *Nautilus pompilius*. Naar KEFERSTEIN.

c hart; *ao* groote aorta; *ao'* kleine aorta; *sph* siphoslagader; *vb*, *vb* voorkamers; *ov* plaats van inhechting van den eijerstok; *py* peervormige blaas; *py'* hare opening in de mantelholte.

Gelijk reeds gezegd is, vertakken zich nu deze verschillende slagaders in de organen ten deele tot een net van ware haarvaten met eigene wanden, welke de wortels der aderen zijn. Dit geldt inzonderheid van de vangarmen. Hier verzamelt zich het bloed uit het haarvatenstelsel weder in twee, langs de buitenzijde van elken arm loopende aderen, welke alle, aan de basis der armen aangekomen, in een aldaar gelegen ringvat monden, waaruit aan de buikzijde een groote ader (*vena ce-*

phalica s. vena cava) ontspringt, waarin vervolgens nog andere uit den mantel, den trechter en de ingewanden komende aderen monden Een gedeelte van het bloed vult echter ook grootere ruimten. In de as van elken vangarm verloopt een kanaal, binnen hetwelk de armzenuw is gelegen. Verder zijn er een aantal boezems rondom de verschillende organen, en deze boezems zijn deelen van de algemeene ligchaamsholte, welke door het peritonaeum bekleedt wordt. Deze boezems zijn het ruimst bij Nautilus, maar nemen ook nog bij de Octopoden veel plaats in, terwijl zij, bij de Decapoden, waar daarentegen het haarvatenstelsel het meest ontwikkeld is, meer op den achtergrond treden. Uit dit stelsel van met elkander gemeenschap hebbende boezems ontspringt nu van beide zijden eene wijde ader (*canalis venosus s. perinonealis*), welke zich bij de Decapoden reeds vooraan in de ligchaamsholte, maar bij de Octopoden verder achterwaarts, digt bij het hart, met de bovengenoemde ligchaamsader of holle ader vereenigt 1). Aan haar achtereinde splitst zich de holle ader bij de Dibranchiën in twee groote, bij Nautilus in vier iets kleinere takken (*arteriae branchiales*, juister *venae branchiales afferentes*), die, na nog eenige aderen uit de achterste ligchaaamsdeelen opgenomen te hebben, het bloed naar de kieuwen voeren. Bij Nautilus geschiedt dit regtstreeks, maar bij de Dibranchiën zwelt elk dezer kiewslagaders tot een zich rhytmitsch zamentrekkend kieuwhart aan, dat het bloed door de kieuwen rondstuwt, hetwelk vervolgens van beide zijden door eene kieuwader (*vena branchialis efferens*) naar de voorkamers van het hart terugkeert.

Nog moeten wij hier bijvoegen, dat zich aan en om de ge-

---

1) Eene zekere overeenkomst tusschen dit gedeelte van het bloedvaatstelsel met het zich desgelijks in het aderstelsel openende lymphvaatstelsel der Gewervelde dieren (Dl. II. 2de Afd. bl. 379 en volg.) is niet te miskennen, vooral sedert men weet dat ook de lymphvaten met opene wortels tusschen de weefseldeelen ontspringen. Evenals bij de Mollusken het lacunaire gedeelte van het vaatstelsel meer en meer op den achtergrond treedt, naar gelang de ware vaten in uitgebreidheid toenemen, evenzoo neemt ook het lymphvaatstelsel der Gewervelde dieren, voor zoover het uit groote boezems of ruimten bestaat, in uitgestrektheid af, naar mate het eigenlijk bloedvaatstelsel zich hooger ontwikkelt.

noemde takken der *vena cava*, voordat deze in de kieuwharten monden, sponsachtige aanhangsels bevinden, welker holten met de holten dezer vaten door opene mondjes in gemeenschap staan, zoodat het aderlijke bloed zich daarin tijdelijk kan ophoopen. Deze aderaanhangsels zijn in werkelijkheid de nier, gelijk beneden nader blijken zal; en het ontbreekt derhalve ook bij de Cephalopoden niet aan een dergelijke nierenpoortaderbloedsomloop als ook bij de Lamellibranchien in het orgaan van Bojanus bestaat, waarmede deze aanhangsels vergelijkbaar zijn.

Zeer waarschijnlijk kan ook bij de Cephalopoden het water, waarin de dieren leven, in het ligchaam dringen en zich met het bloed vermengen, hoewel de wijze waarop dit geschiedt nog niet voldoende bekend is. Bij Nautilus kan daarvoor eene ter weerzijde aan de inplanting der kleine kieuwen aanwezige opening dienen, welke in de ruimte rondom het hart voert (Keferstein). In de afdeeling der Dibranchiën ontbreken zulke regtstreeks in de ligchaamsholte voerende openingen; maar de bovengenoemde nieraanhangsels der kieuwslagaders zijn omgeven door een vliezig hulsel, en daaruit voert eene opening naar buiten en eene andere naar den pericardiaalsinus (Krohn). Zoo is het mogelijk dat langs dien weg water in- of uittreedt. Wel is waar komen er bij de Dibranchiën aan den kop, aan de basis des trechters of nabij de inplanting der armen, openingen voor die in meer of minder groote holten voeren en bij onderscheidene soorten nog eene verschillende plaatsing hebben. Het schijnt echter niet dat zij toegang geven tot de ligchaamsholte en dus niet met de openingen aan den voet der Gasteropoden en der Lamellibranchiën kunnen vergeleken worden.

Ademhalingsorganen.

78. De ademhaling der Mollusken kan langs meer dan eenen weg geschieden. Dat bij de meesten de weeke huid, met hare uitbreiding, den mantel, waar deze voorkomt, voor een gedeelte

voorziet in de behoefte aan uitwisseling der gassen in het bloed tegen die welke in het water opgelost zijn, spreekt bijna van zelf. Alle voorwaarden voor eene gemakkelijke diffusie zijn hier voorhanden. Ook zijn er werkelijk een aantal Weekdieren, — uit de lagere groepen der Gasteropoden en der Pteropoden, — welke alle bijzondere ademhalingsorganen missen. Toch is er bij hen, even trouwens als bij de hoogere groepen, nog een andere weg, waarlangs de gassen in het bloed kunnen vernieuwd worden, namelijk door het regstreeks in de ligchaamsholte dringende en zich met het bloed vermengende water (verg. bl. 302 en 308). Daar dit binnendringen van water echter slechts langzaam plaats heeft en het alleen na langere tusschenpoozen weder wordt uitgestoten, waarbij tevens altijd eenig bloed wordt medegevoerd, kan het aandeel van die water- in- en uitvoer aan de ademhaling evenwel niet groot zijn, al mag men haar niet geheel buiten rekening laten.

Waar bijzondere voor de ademhaling in water geschikte organen tot ontwikkeling komen, noemt men deze algemeen kieuwen, hoewel onder dien naam geenszins overal morphologisch aequivalente organen verstaan worden, terwijl er bovendien gevallen voorkomen, waarin die organen, behalve tot de ademhaling, ook nog tot andere verrigtingen dienen.

79. Ook ten aanzien der ademhalingsorganen nemen de klassen der Bryozoën, der Tunicaten en der Brachiopoden, vergeleken met de overige klassen, elk eene eigene plaats in.

Dat de zoogenaamde vangarmen der Bryozoën, ofschoon zij ook voor de toeleiding der spijs naar den mond dienen, toch in de eerste plaats ademhalingsorganen zijn, blijkt uit hun geheele maaksel. Zij zijn inwendig hol en hunne holten staan in regtstreeksche gemeenschap met de algemeene ligchaamsholte, waarin het bloed bevat is, dat van daaruit in hen doordringt. Uitwendig zijn zij bekleed met een trilepithelium, dat gemeenlijk zeer lange trilhaartjes draagt, waardoor eene sterke stroo-

ming en dus eene gestadige vernieuwing van het omgevende water worden voortgebragt, dat langs de buitenzijde van elken arm opstijgt, om vervolgens aan de binnenzijde weder af te dalen.

Deze vangarmen of juister kieuwarmen of kieuwranken, waarvan het aantal tusschen 8 en 80 wisselen kan, vormen bij verreweg de meesten (*Stelmatopoda*) een eenvoudigen trechter (fig. 219 bl. 264), daar zij ingeplant zijn op een kringvormige schijf, in welker midden de mond gelegen is. Echter zijn er ook eenigen (*Lophopoda*), inzonderheid onder de in de zoete wateren levende soorten, waar de drager der kieuwranken niet schijf- of kringvormig, maar hoefijzervormig is (fig. 84 bl. 90).

In den teruggetrokken toestand nu liggen deze kieuwranken naast elkander, binnen in de holte van den endocyst, en geven dan ongeveer het beeld van den kieuwzak eener Ascidie, mits men zich daarbij nog voorstelt dat er tusschen de naast elkander gelegen ranken op regelmatige afstanden plaatselijke vergroeijingen ontstaan zijn, waardoor de geheele wand van den kieuwzak uit een net- of traliewerk van regelmatige mazen is zamengesteld, welker spleetopeningen het toestroomende water doorlaten, terwijl het bloed in het stelsel van kanalen stroomt dat zich door dit netwerk verbreidt en met de overige in het ligchaam aanwezige bloedkanalen en boezems in opene gemeenschap staat (verg. bl. 292). Dat zulk eene veronderstelling niet geheel uit de lucht gegrepen is, zal beneden blijken, bij de beschouwing der kieuwen van de Lamellibranchiën, waaronder werkelijk beide hoofdvormen, namelijk zoowel vrije als onderling vergroeide kieuwdraden, worden aangetroffen. Bij de Ascidiën en de Tunicaten in het algemeen liggen de ademhalingsorganen in het voorste gedeelte van de spijsverteringsholte, in de keel of pharynx (verg. bl. 225), en zoo zoude derhalve het hoofdverschil tusschen een Tunicaat en een Bryozoön, ten aanzien der ademhalingsorganen, daarin bestaan: dat de pharynx bij laatstgenoemden voor uit- en instulping geschikt en bij eerstgenoemden zulks niet is.

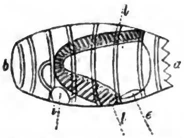
80. Nog nader dan aan de Bryozoën sluiten zich echter de Tunicaten, in het maaksel en de stelling van hun ademhalingtoestel, aan de Visschen, het naast aan *Amphioxus* (Dl. II. 1e Afd. bl. 999). Maar ook het opmerkelijk geslacht *Balanoglossus*, dat men onder de Wormen rangschikt, heeft eenen dergelijken ademhalingstoestel, gelijk beneden, bij de beschouwing der ademhalingsorganen in deze afdeeling, blijken zal.

Er bestaan echter in het maaksel van dien toestel bij de Tunicaten nog verscheidene verschillen, die deels als ontwikkelingstrappen geduid kunnen worden, deels eenen dieperen grond hebben. Het allereenvoudigst is de inrigting bij de Appendiculariën. Hier is de kieuwzak kort, en nabij zijn achtereinde bevindt zich daarin ter weerzijde een schuin geplaatste spleet, die zich knievormig in de rigting der tegenovergestelde ombuigt. Elk dier spleten is met trilciliën omzet en voert in eene trechtervormige buis, welke zich naast de aars regtstreeks buitenwaarts opent. Tot op zekere hoogte beantwoordt dit maaksel aan datgene wat men bij de larven der Ascidiën vindt. Hier begint namelijk ook de vorming van den ademhalingstoestel met het ontstaan van twee zijdelingsche kieuwspleten in den zak die tot kieuwzak wordt, maar deze spleten openen zich nimmer regtstreeks buitenwaarts, maar in eene ruimte die den kieuwzak omgeeft. Later voegen zich bij dit eerste paar spleten nieuwe spleten, en zoo vormt zich allengs het geheele traliewerk, met zijne fijne mazen die met trilciliën omzet zijn. Het door de spleetopeningen tredende water geraakt in de algemeene ligchaamsholte en van daar in de cloacaholte, om eindelijk door de cloaca-opening naar buiten gevoerd te worden, die hetzij het eigendom is van een enkel individu of, bij de zamengestelde Ascidiën (*Botryllidae*), gemeenschappelijk aan verscheidene individu's toekomt.

De kieuwzak zelf kan verschillende graden van ontwikkeling bereiken. Bij *Anchinia (Doliolum Mülleri)* vertoont hij zich als een overdwars tusschenschot met twee rijen van eenige weinige dwarse spleetopeningen, die ter weerzijde van den ingang tot het

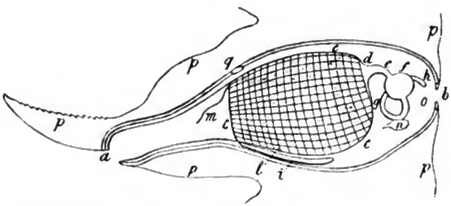
spijsverteringskanaal zijn geplaatst. Deze spleetopeningen voeren onmiddelijk in de achterste ligchaamsholte, die tevens cloacaholte is. Hieraan sluit zich het geslacht *Doliolum* (fig. 250), waar de kieuwzak merkelijk langer is, en de beide rijen van spleetopeningen, die bovendien veel talrijker zijn, dientengevolge eene knievormige bogt maken. Bij *Pyrosoma* (fig. 251) en desgelijks bij de zamengestelde en gezellig levende Ascidiën (fig. 252 volg. bl.) neemt het getal der rijen van openingen zeer toe, waardoor natuurlijk de ademhalende oppervlakte vergroot en tevens de gedaante der openingen meer rond of eirond, soms bijna vierkant wordt. De uitbreiding

Fig. 250.



Doliolum Ehrenbergi, geslachtsdier, van ter zijde gezien, *a* buccaalopening; *b* cloacaalopening; *l* kieuw; *e* endostyl; *i* maag.

Fig. 251.

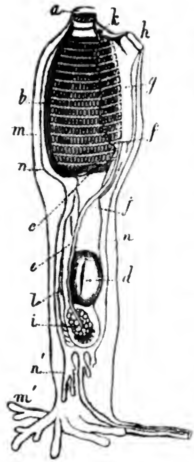


Een individu van een *Pyrosoma*-kolonie. Schematisch.
a buccaalopening of mond; *b* cloacaalopening; *c* kieuwzak; *d* ingang van het spijsverteringskanaal; *e* slokdarm; *f* maag; *g* darm; *h* aars; *i* endostyl; *l* buikgroef; *m* trilboog; *n* hart; *o* cloacaholte; *p* algemeen hulsel der kolonie; *q* zenuwknoop.

der ademhalende oppervlakte wordt bovendien nog bevorderd door het optreden van binnenwaartsche aanhangsels, die inzonderheid in de afdeeling der enkelvoudige Ascidiën, waartoe trouwens ook in het algemeen de grootere soorten behooren, zich in menigvuldige gedaanten vertoonen, als tepeltjes, naar binnen springende kanten of plooijen enz. (fig. bl. 393), terwijl daardoor ook het bij eenvoudiger vormen zoo regelmatige tra-

liewerk bij eenigen in meerdere of mindere mate gestoord wordt. Onder die aanhangsels zijn tamelijk algemeen verbreid de zoogenaamde **tongjes**, zijnde eene rij van achter elkander aan de rugzijde in de middellijn geplaatste en in de holte van den kieuwzak puilende, vliezige, tongvormige lapjes, welker eigenlijke verrigting onbekend is. Daartegenover verloopt de buikgroeve met den daaronder gelegen endostyl (verg. bl. 265).

Fig. 252.



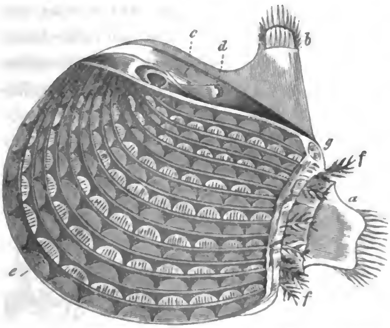
Clavellina lepadiformis.

a buccaalopening; *b* kieuwzak; *c* begin van den slokdarm; *d* maag; *e* darm; *f* aars; *g* cloaca-holte; *h* cloacaal-opening; *i* voorttelings-klieren; *j* eileider; *k* centraal-zenuwknoop; *l* hart; *m* buitenste hulsel; *m'* wortelvormige uitloopers van dit hulsel; *n* binnenste hulsel; *n'* voortzettingen daarvan. — Naar Milne Edwards.

Van dit maaksel, gelijk het zich bij het groote meerendeel der Tunicaten met betrekkelijk geringe wijzigingen vertoont, wijkt dat van den ademhalingstoestel der Salpen oogenschijnlijk zeer af. Bij dezen wordt de kieuwzak vervangen door een holle, bandvormige kieuw, die zich, in diagonale rigting, van voor-boven naar achter-onder, midden door de ligchaamsholte uitstrekt en aan beide uiteinden met het binnenste hulsel zamensmelt (fig 254). Aan dien band is eene overdwarse streping waarneembaar, veroorzaakt door rijen van buitengewoon lange trilharen. In zijn wand verbreidt zich een fijn net van bloedkanalen. Eene vergelijking van dien band met den kieuwzak der overige Tunicaten is moeijelijk, omdat het aan tusschenvormen, ook in den embryonalen toestand ontbreekt. *Doliolum*, dat door sommigen als zulk een tusschenvorm wordt beschouwd, biedt slechts eene oppervlakkige gelijkenis aan. Aan de kieuw der Salpen bevinden zich nimmer openingen, en alleen het aan de rugzijde gelegen middengedeelte van den kieuwzak van *Doliolum* en der Ascidiën, waaraan desgelijks openin-

gen ontbreken, kan met den kieuwband der Salpen nog eenigermate vergeleken worden. Overigens is de ademhaling dezer dieren geenszins uitsluitend en zelfs voornamelijk aan die kieuw toevertrouwd; het digte net van bloedkanalen, dat zich in het hulsel verbreidt (fig. 242 bl. 293) en waarmede het binnentredende water even regtstreeks in aanraking komt als met de kieuw, verkondigt dat ook daar ademhaling plaats grijpt. Dikwijls worden dan ook Salpen aangetroffen, die door de eene of

Fig. 253.



Cynthia Dione, overlangs geopend.
a buccaal-opening; *b* cloacaalopening; *c* cloaca; *d* aars; *e* kieuwzak; *ff* voelers; *g* zenuwknoop.

Fig. 254.

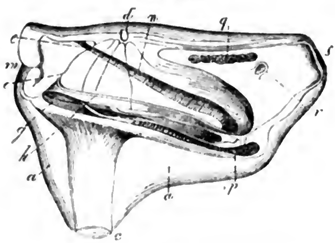
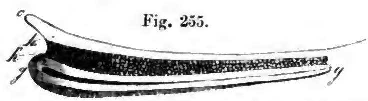


Fig. 255.

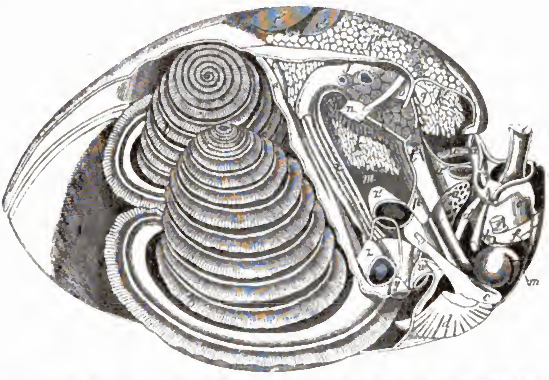


Endostyl (*g*) met de buikplooi (*h*) en de buikgroeve (*h'*), meer vergroot; trilboog.

andere oorzaak hun kieuwband verloren hebben en desniettegenstaande zijn blijven voortleven.

81. Als ademhalingsorgaan der Brachiopoden heeft men vroeger vooral den mantel beschouwd en hen daarnaar ook Mantelkieuwigen *(Palliobranchia)* genoemd. Nu kan het wel is waar niet betwijfeld worden of aan dien mantel, waarin zich ruime bloedboezems en kanalen vertakken (bl. 294), heeft ook ademhaling plaats; doch als meer bepaaldelijk voor die verrigting dienende

Fig. 256.



Rhynchonella psittacea, van ter zijde gezien, na wegneming van de schelp en van de linkerzijde van den mantel. Vergroot. Naar HANCOCK.

a voorwand van de holte, binnen welke de ingewanden bevat zijn; *b b* kieuwarmen; *c* buikeinden der *m. m. occlusores*; *c' c'* rugeinden daarvan; *d d m. m. divaricatores*; *d'* buikwand der ingewandenholte; *e* steel; *f* steelspier; *g* een der *m. adjustatores dorsales*; *h* een der *m. adjustatores ventrales*; *i* slokdarm; *j* maag; *k* regter leverlobben; *k'* achterste leverlob; *k''* voorste leverlob; *l mesenterium* aan de rugzijde; *m m mesenterium* der buikzijde; *n ligamentum gastroparietale*; *o ligamentum centrale*; *p p ligamenta ilio-parietalia*; *q* hart; *r vena branchialis*; *s aorta*, *t t' arteriae palliales*; *u* regter eileider; *u'* gedeelte van den linker eileider; *u''* trechter van den regter eileider; *v* slokdarmring; *z z'* zakvormige uiteinden der groote kieuwkanalen.

moeten de beide groote armen worden aangemerkt (fig. 256), welke ter weerzijde van den mond zijn geplaatst en in lengte drie tot vijfmaal de schelp overtreffen. Zij liggen dan ook spiraals-

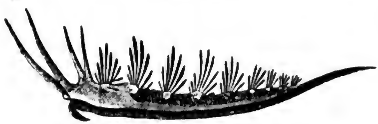
gewijs opgerold binnen de voorste helft van de door de mantelkleppen begrensde holte. Langs de buitenwaarts gekeerde zijde dezer kieuwarmen loopt eene overlangsche groeve, welke aan den mond eindigt, en op den daarnevens verloopenden kant is eene dubbele rij van lange kieuwdraden ingeplant. Zoowel langs de zoo even genoemde groeve als aan de oppervlakte der kieuwdraden bevinden zich hoogst waarschijnlijk trilciliën. De kieuwdraden zijn aan hunne basis tamelijk stijf, maar naar hun einde toe buigzamer, en zij kunnen door een spiertoestel in de armen zelve bewogen worden. Inwendig bevatten zij een kanaaltje, dat zich bijna in de geheele lengte van elken kieuwdraad uitstrekt en zich aan de basis opent in het uitvoeringskanaal *(canalis s. vena efferens)*, dat door de geheele lengte van den arm loopt en in den bloedsinus rondom den slokdarm inmondt. Evenwijdig daarmede loopt het invoeringskanaal *(canalis s. vena afferens)*. Beide deze kanalen zijn naauw, maar bovendien zet zich in de geheele lengte des arms nog een merkelijk wijder, met een blinden zak beginnend kanaal voort, dat het grootste gedeelte van den omvang des arms uitmaakt en, naar het schijnt, niet anders dan een groote bloedsinus is, waarheen het bloed door takken van het invoeringskanaal kan gedreven worden, waarvan het gevolg is, dat de arm zich verstijft en min of meer ontrolt. Bij *Lingula* voegt zich bij deze drie kanalen nog een vierde, dat aan de binnenzijde van den arm gelegen is en, even als het groote armkanaal, blind eindigt.

Eene op goede gronden steunende vergelijking dezer kieuwarmen met deelen van andere Weekdieren is moeijelijk. Door de plaatsing ter weerzijde van den mond beantwoorden zij aan de mondvoelers der Lamellibranchiën (bl. 254). Eene nog grootere gelijkenis bieden zij echter aan met den kieuwrankentoestel van die Bryozoën (*Lophopoda*), waar deze bestaat uit eenen hoefijzervormigen drager (*lophophorus*), die met kieuwranken bezet is. Laatstgenoemden vertegenwoordigen dan de kieuwdraden, en de beide armen van den drager de grondgedeelten van de

kieuwarmen der Brachiopoden. Maar ook nog eene andere vergelijking is geoorloofd, namelijk met de desgelijks door twee steelen of bladen gedragen kieuwen der tot de klasse der Borstelwormen behoorende Serpulaceeën. Eerst wanneer men de ontwikkelingsgeschiedenis der Brachiopoden beter dan tot dusver kent, zal het mogelijk zijn te zeggen, welke dezer vergelijkingen de meest juiste is.

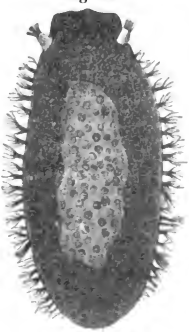
82. Van de tot dusver beschouwde ademhalingsorganen zijn morphologisch die der overige Weekdieren (*Otocardia*) zeer verschillend. Hier zijn zij altijd te beschouwen als plaatselijke uitbreidingen der huid, hetzij eenvoudig van den rug of van de zijden des ligchaams of van den mantel. Zulke huid-uitbreidingen kunnen dan ook in bepaalde gevallen geheel ontbreken. Echter moet men hier nog graden onderscheiden. Een volkomen gemis van ademhalingsorganen komt zelden voor. Dit is het geval bij eenige der op den laagsten trap staande Gasteropoden: *Pontolimax*, *Actaeonia*, *Phyllirhoë*, *Acura*, alsmede bij *Dentalium* en voorts ook bij vele Pteropoden, zoowel uit de afdeeling der *Gymnosomata* als uit die der *Thecosomata*. Zoowel bij Gasteropoden als Pteropoden kunnen zekere gedeelten der huid uitbreidingen verkrijgen, die de verrigting van een kieuw hebben, maar dan eens aan deze, dan weder aan gene plaats ontstaan. Bij de lagere vormen der

Fig. 257.



Cavolina peregrina.

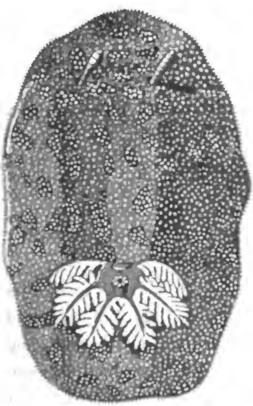
Fig. 258.



Tritonia Hombergi.

Gasteropoden, uit de groep der *Gymnobranchia*, vertoonen zij zich als uitstulpingen der rughuid, die dan eens enkelvoudig, wrat- of draadvormig (*Aeolididae* fig. 257), dan weder meer zamengesteld, gelobt (*Scyllaea*, *Lobiger*, *Lophocercus*), of boomsgewijs, waaijersgewijs of vedersgewijs vertakt (*Tritoniadae*) en over een groot gedeelte van den rug verspreid, zelden (bij *Tritonia* fig. 258) langs de zijden geplaatst zijn. Andere vormen (*Dorididae* fig. 259), wier bewerktuiging ook in andere opzigten reeds op eenen hoogeren trap staat, bezitten dergelijke huiduitbreidingen aan de rugzijde, maar die digt bijeen, kransgewijs rondom den zich in de middellijn aan den rug openenden aars geplaatst zijn. Bij velen (*Doris*, *Polycera* e. a.) kunnen deze zelfs hetzij in eene enkele of in verscheidene holten worden teruggetrokken. Hier zijn derhalve de kieuwaanhangsels der huid aan eene vaste plaats gebonden, ofschoon zij niet anders dan uitstulpingen van den ligchaamswand zijn en hunne holten regtstreeks gemeenschap hebben met de algemeene ligchaamsholte (fig. 245 bl. 305). Evenzoo is het bij de Heteropoden, waaronder er ook eenigen zijn (*Pterotracheacea*) die hetzij in het geheel geene of zeer kleine kieuwen hebben, welke op de rugzijde boven den zoogenaamden *nucleus* staan. Is er een mantel en een schelp aanwezig, dan worden de kieuwen daardoor gedeeltelijk (*Carinaria*, fig. 290 volg. bl.) of geheel (*Atlanta*) overwelfd, en zijn zij tevens meer voorwaarts geplaatst.

Fig. 259.

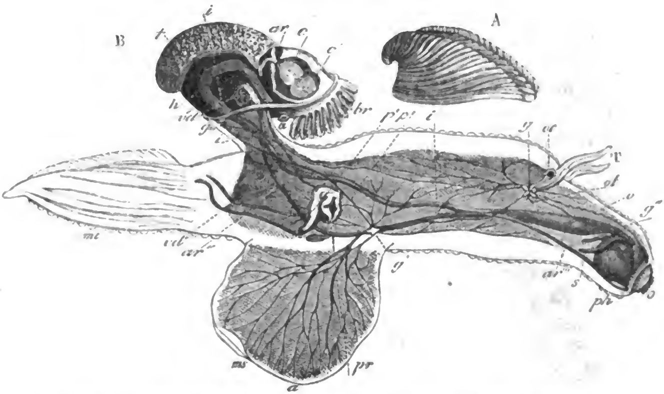


Doris (Actinocyclus) tuberculata. Naar Savigny.

Ook onder de Pteropoden zijn er eenigen die bijzondere ademhalingsorganen hebben, ofschoon deze hier, evenmin als

bij de laagste Gasteropoden, aan eene bepaalde plaats gebonden zijn. Bij *Pneumodermon* (fig. 261 bl. 327) bevindt zich geheel aan het achtereinde des ligchaams een vierbladerige kieuw. Ter zelfder plaatse vindt men bij *Sponchobrachia* eén ringvormige, met trilhaartjes bezette uitpuiling, en dergelijke gordelsgewijs

Fig 260.



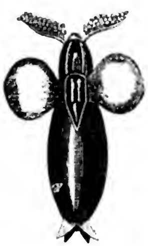
Carinaria cymbium, mannetje. Naar SOULEYET. De schelp A is van den ingewandenzak afgenomen; *mt* achterste gedeelte van den voet; *pr* voorste kielvormige afdeeling van den voet; *ms* zuignap; *o* mond; *ph* slokdarmhoofd; *s* speekselklieren; *v* maag; *i* darm; *a* aars; *h* lever; *c* hartekamer; *c'* voorkamer; *ar* aorta; *br* kieuwen, *ar'* en *ar''* takken der aorta naar de ingewanden; *g ganglion superoesophageum*; *g' ganglion pedale*; *g'' ganglion viscerale*; *g''' ganglion buccale*, *co* oog; *t* zaadklier; *vd* zaadleider; *vd'* zaadgroeve naar *p* roede; *p'* klierroede.

meer voorwaarts aan het ligchaam geplaatste trilhaarzoomen duiden bij *Pneumodermopsis* en *Trichocyclus* ook plaatsen der huid aan, die vermoedelijk meer in het bijzonder voor de ademhaling dienen. In de groep der *Thecosomata* treft men digt bij den ingang der mantelholte vier overdwars geplaatste trilorganen aan en verderop aan de binnenvlakte des mantels een desgelijks met trilharen bezet, halvemaanvormig orgaan, dat den naam van mantelschild of van trilschild heeft ontvangen. Dat

door de strooming, welke de trilhaarbeweging veroorzaakt, de gestadige ververscbing van het water in de mantelholte en hierdoor ook middellijk de ademhaling bevorderd wordt, spreekt van zelf. Echter kunnen deze deelen geenszins als kieuwen worden beschouwd. In enkele gevallen, namelijk bij *Hyalea* en *Pleuropus*, treedt dan ook, juist tegenover het mantelschild, een ander orgaan op, hetwelk meer aanspraak op dien naam heeft. Het bestaat uit twee zijdelingsche helften, die mede te zamen een voorwaarts geopend hoefijzer uitmaken. Dit orgaan vertoont zich als eene in de mantelholte puilende huidplooi, die zelve nog overdwars of zigzagsgewijs geplooid is. De holte dezer plooi, die eene voortzetting der ligchaamsholte is, vormt inwendig eene soort van groeve, waardoor het bloed naar de voorkamer van het hart geleid wordt.

Het bestaan dezer kieuwen bij sommige Pteropoden verdient daarom vooral de aandacht, omdat zij, — gelijk beneden nader blijken zal, — ofschoon nog zeer rudimentair zijnde, toch geacht kunnen worden te beantwoorden aan de zich merkelijk hooger ontwikkelende kieuwen der Cephalopoden.

Fig. 261.



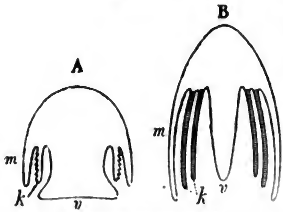
Pneumodermon violaceum, van de buikzijde gezien, vergroot.

83. Terwijl in de tot dusver beschouwde gevallen de kieuwen, noch ten aanzien van haar maaksel, noch ten aanzien van de door haar ingenomen plaats, die standvastigheid vertoonen, welke van eenig bepaald plan getuigt, is het daarentegen anders bij de Lamellibranchiën en het meerendeel der Gasteropoden, met name de Prosobranchiën en de tot de orde der Opisthobranchiën behoorende Pleurobranchiën.

Bij deze allen is een bepaald plan in de inrigting van den kieuwtoestel duidelijk waarneembaar, alhoewel daarin nog menigvuldige wijzigingen voorkomen, welke zamenvallen met andere wijzigingen in de geheele bewerktuiging dezer dieren.

Algemeen zijn namelijk hier de kieuwen uitgroeijingen van de binnenste oppervlakte des mantels (fig. 262), die zelf zich daarover uitbreidt, waardoor eene mantelholte ontstaat die tevens ademholte is. Voorts bestaat elke kieuw uit kamsgewijs nevens elkander geplaatste holle draden, waarin het door een bijzonder aanvoeringskanaal *(arteria branchialis s. vena branchialis afferens)* toestroomende bloed binnentreedt, om het weder te verlaten door een uitvoeringskanaal (*vena branchialis efferens*), dat zich in de voorkamer van het hart opent. De hoofdwijzigingen nu welke in dit algemeene maaksel kunnen optreden zijn:

Fig. 262.



Schematische doorsnede van A een Gasteropood, B een Lamellibranchiaat. m mantel; k kieuwen; v voet.

1e eene onderlinge gedeeltelijke vergroeijing der kieuwdraden, waardoor zij tot een netwerk kunnen worden;

2e de symmetrische of asymmetrische ontwikkeling van het geheele ligchaam, waarmede die van den kieuwtoestel gelijken tred houdt; dientengevolge kunnen de kieuwen zijn hetzij gepaard, d. i. ter weerzijde van het ligchaam geplaatst, of onparig, d. i. slechts aan eene zijde aanwezig, waartusschen zich echter overgangsvormen plaatsen, bij welke slechts een der kieuwen tot volledige ontwikkeling is gekomen, terwijl de andere rudimentair blijft.

3e Hierbij voegen zich nog eenige veranderingen in den mantel zelven, waardoor de kieuwen dan eens meer, dan eens minder volkomen overdekt en ook de toeleiding van het water daarheen gewijzigd wordt.

4e. Eindelijk kan ook de binnenvlakte van den mantel zelven tot ademhalende oppervlakte worden, hetzij zonder gelijktijdige aanwezigheid van een kieuw, of onder de tegenwoordigheid dezer laatste.

Het eenvoudigst is de inrigting bij die Gasteropoden, welke,

gelijk *Patella*, *Nacella*, *Fissurella*, uit de orde der Prosobranchiën, alsmede *Chiton* en *Phyllidia* uit die der Opisthobranchiën, volkomen bilateraal-symmetrisch zijn. De beide, uit kamsgewijs geplaatste, vrije kieuwdraden zamengestelde en even groote kieuwen, liggen bij hen ter weerzijde van het ligchaam onder de zich over haar uitbreidende plooijen des mantels. Van dit eenvoudigste maaksel ontstaan nu afwijkingen in twee hoofdrigtingen, waarvan de eerste in de groep der Lamellibranchiën, de tweede in die der Gasteropoden haar toppunt bereikt.

84. Reeds vroeger (bl. 83) is het maaksel des mantels van de Lamellibranchiën geschetst. Wij behoeven dus daarop hier niet terug te komen. In de hoofdzaak nu stemt de kieuwtoestel van een dier uit deze klasse overeen met dien van een der zoo even genoemde bilateraal-symmetrische Gasteropoden (fig. 262). De ter weerzijde geplaatste kieuwen zijn echter algemeen grooter, even trouwens als de mantel, tegen welker binnenvlakte zij aan gelegen zijn, gelijk de bladen van een boek tegen zijn band. Slechts zelden bovendien (bij *Lucina*, *Corbis*) zijn deze kieuwen enkelvoudig; meestal zijn zij verdubbeld, en dan is de buitenste kieuw grooter dan de binnenste, en in sommige gevallen (*Solenomya*) is dit verschil zoo aanmerkelijk, dat men op den eersten blik zoude meenen, dat er slechts één kieuw aanwezig is. Voorts kunnen de kieuwen hetzij geheel vrij zijn of onderling en ook met den tronk en den voet in meerdere of mindere mate vergroeid; verschillen die in het algemeen gelijken tred houden met de onderlinge vergroeijing der mantelranden en de vorming van sipho's voor de toe- en uittreding van het water in de mantelholte. Echter is dit niet steeds het geval; inzonderheid onderscheidt zich het ook in andere opzigten afwijkende geslacht *Anomia* door de vergroeijing der sikkelvormige kieuwen zoowel onderling als met de mondvoelers, waarvan zij als het ware de voortzettingen zijn, terwijl zich bij de vier grootere kieuwen nog een vijfde, merkelijk kleinere voegt.

Wat nu het eigenlijke maaksel der kieuwen in deze afdeeling betreft, zoo komen slechts zelden gevallen voor, waarin, gelijk bij *Arca*, *Spondylus*, *Perna*, de kieuwdraden of kieuwblaadjes vrij, d. i. van elkander gescheiden zijn. Gewoonlijk bestaan de kieuwen uit platen, ontstaan ten gevolge van de onderlinge vergroeijing der kieuwblaadjes door tusschenkomst van dwarse van hen uitgaande verdikkingen, die, daar zij op regelmatige afstanden geplaatst zijn, het voorkomen van doorloopende banden hebben. Hierdoor vormt zich een soort van traliewerk (fig. 263), met zeer talrijke kleine openingen, ademgaten (*stigmata*, *spiracula*), waardoor het water de kieuw binnentreedt, om vervolgens weder door het aan de rugzijde verloopende waterkanaal naar de cloaca-holte gevoerd te worden. In gelijke rigting met dit waterkanaal loopen aan de basis der kieuw de stammen van de aanvoerende ader (*vena branchialis afferens s. arteria branchialis*), die het aderlijke bloed uit het orgaan van Bojanus ontvangt, (fig. 269) en de terugvoerende ader (*vena branchialis efferens*), welke het in de kieuwen slagaderlijk geworden bloed naar de voorkamer van het hart geleidt (verg. bl. 301). Zoowel tot steun van het bloed- als van het water-kanaalstelsel dient een eigen soort van geraamte, zamengesteld uit chitine-strookjes. Omtrent het eigenlijke maaksel van dit geraamte bestaat echter nog eenige onzekerheid.

Fig. 263.



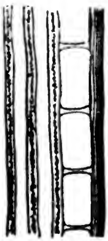
Gedeelte der kieuw van *Ostrea edulis*, met de stigmata en doorschemerende chitinestaafjes, bij geringe vergrooting.

Volgens WILLIAMS 1) zijn de chitine-strookjes gootvormig en paarsgewijs met de holle zijden naar elkander toegekeerd. Op die wijze zouden dan de kanalen ontstaan, waarin het bloed stroomt. Volgens LANGER 2) daarentegen zijn (bij *Anodonta*) de chitinestrookjes zamengesteld uit een aantal achter elkander gelegen staafvormige leedjes. Dat noch het een noch het ander althans voor alle

1) *Ann a. Magaz. of Natural History*, 1854, XIV p. 34 en 242.
2) *Denks. d. mathem. naturw Kl. d. Kais. Akad.*, 1855—1856.

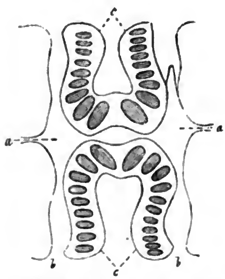
Lamellibranchiën waar is, blijkt uit nevenstaande afbeeldingen (fig. 264 en 265). Bij den oester zijn de chitine-staafjes noch gootvormig, noch geleed, maar van eenigen der dikkere gaan op bepaalde afstanden dwarstakjes uit, waardoor zij met de naburige verbonden zijn en een traliewerk vormen. Steeds buigen de chitinestaafjes met de door hen begrensde kanaaltjes zich aan den rand der kieuw U-vormig om, in dier voege echter, dat daarbij tevens eene langs dien geheelen rand voortloopende met trilcilien bezette groeve ontstaat, langs welke het water naar den mond

Fig. 264.



Eenige chitinestaafjes derzelfde kieuw, bij sterker vergrooting.

Fig. 265.



Loodregte doorsnede van een klein gedeelte der zelfde kieuw. *a* ruimte tusschen de beide kieuwplaten; *bb* stigmata; *c,c* hoefijzervormige kieuwblaadjes met de dwars doorgesneden chitinestaafjes.

wordt gevoerd. Van de beide takken der U-vormige bogt, die ook de bloedkanalen maken, staat de eene in verband met het aanvoerende, de andere met het terugvoerende vat. Het eerste of de kieuwslagader geeft kamsgewijs even zoo vele takjes af als er kanaaltjes zijn; het verband met de kieuwader geschiedt echter gemeenlijk onder tusschenkomst van een vaatnet, dat aan de eene zijde het bloed uit de kanaaltjes ontvangt en aan de andere zijde in de kieuwader mondt. Ook schijnt het bloed niet enkel door genoemde kanaaltjes te stroomen maar bovendien nog door

fijnere dwarstakjes, die loodregt daarop staan (LANGER). Elke kieuw bestaat derhalve uit eene als het ware dubbel toegevouwen, getraliede plaat, welker beide naar beneden en naar buiten gekeerde bladen eene inwendige ruimte begrenzen, die zelven nog in een groot getal van vakjes verdeeld is. De genoemde chitinestaafjes geven aan de kieuw een gestreept voorkomen, dat nog bevorderd wordt door de langs de buitenvlakte op regelmatige rijen geplaatste trilhaartjes. Ook de binnenwanden van de inwendige waterkanalen zijn daarmede bezet.

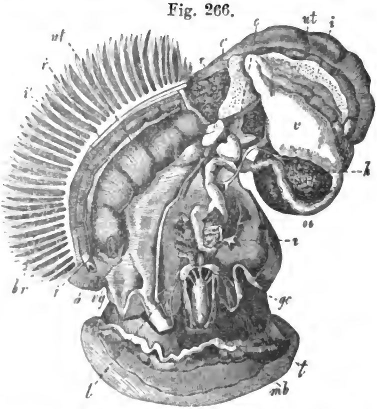
85. Minder zamengesteld is in het algemeen het maaksel der kieuwen van de Prosobranchiën en van die Opisthobranchiën welke zich daar het naast aansluiten.

Bij de reeds genoemde symmetrische vormen (*Patella*, *Chiton* e. a.) liggen zij tegen den voet aan, onder de mantelplooi, die ter weerzijde van den rug afdaalt of (bij *Fissurella*, *Parmophorus*) in eene eigene door den mantel gevormde ademholte aan den rug des diers. Wanneer echter het ligchaam zich naar ééne zijde windt, dan gaat ook de symmetrie van den ademhalingstoestel verloren. Toch bestaan hierin nog graden. Bij *Haliotis*, *Turbo*, *Phasianella* bevinden zich in de ademholte nog twee kieuwen, die beantwoorden aan de beide kieuwen, welke bij eerstgenoemde vormen ter weerzijde des ligchaams gelegen zijn. Soms verkondigt dan nog een naar binnen dringende plooi, waardoor de mantelholte eenigermate in twee helften verdeeld wordt, in elke van welke eene kieuw gelegen is, de oorspronkelijke bilaterale symmetrie. Meestal echter is van de beide kieuwen slechts ééne, namelijk de regter tot volledige ontwikkeling gekomen, terwijl de andere in meerdere of mindere mate rudimentair is en gewoonlijk als bijkieuw onderscheiden wordt. In eenige gevallen eindelijk (b. v. bij *Neria*) is ook deze geheel verdwenen.

Zelden (bij *Bythinia*) wordt de kieuw alleen vertegenwoordigd door een aantal dwarse, evenwijdige plooijen aan de bin-

nenvlakte der ademholte. Gewoonlijk bestaat zij uit eene rij, dikwijls echter uit twee, soms (bij *Paludina* fig. 266) ook drie

Fig. 266.



Anatomie van *Paludina vivipara*. Naar CUVIER.

t t teruggetrokken voelers; *m b* slokdarmhoofd; *g c* bovenslokdarmzenuwknoopen; *s* speekselklieren; *o e* slokdarm; *v* maag; *i* darm; *i'* endeldarm; *a* aars; *h* lever; *c* hart; *c'* voorkamer; *br* kieuw; *r* nier, *r'* haar uitlozingsbuis, *rg* scheede.

rijen van doorgaans kamsgewijs geplaatste, vrije kieuwblaadjes, welke met een trilepithelium bekleed zijn. Aan hunne basis verloopt ter regterzijde de aanvoerende ader of zoogenaamde kieuwslagader *(arteria branchialis s. vena branchialis afferens)*, en aan de linkerzijde de terugvoerende ader (*vena branchialis efferens*), die in de voorkamer mondt. De gewone gedaante der kieuwblaadjes is die van spitse, lancetvormige lapjes; somtijds echter (bij *Littorina*) vertoonen deze nog eene overdwarse plooijing, als het ware het begin van zijdelingsche uitbreidingen die, grooter wordende, aan de kieuw eene gevederde gedaante geven, eene gedaante trouwens, welke zelden bij Prosobranchiën (bij *Valvata*), daarentegen dikwerf bij de tot de Opisthobranchiën behoorende *Pomatobranchia* wordt aangetroffen.

22

Meestal liggen de kieuwen in de ademholte verborgen. Somtijds echter kunnen zij daaruit ver zich naar buiten uitbreiden. *Valvata* onder de Prosobranchiën en *Bursatella* onder de Opisthobranchiën leveren daarvan voorbeelden.

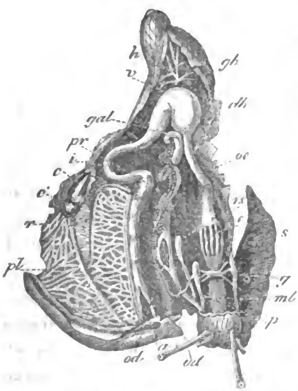
De ademholte biedt ook nog verscheidene wijzigingen aan, die tot de wijze van ademhaling in betrekking staan. Overal waar de kieuwen naar ééne zijde verdrongen zijn, deelt daarin ook dat gedeelte van den mantel hetwelk de ademholte overwelft. Bij de meeste Prosobranchiën zijn de ademhalingswerktuigen echter niet alleen naar eene der ligchaamszijden maar ook, vergeleken met de Opisthobranchiën, naar voren verplaatst. Daarmede komt ook de opening des mantels, die toegang tot de ademholte geeft en aldus zijdelings gelegen is, hier aan den voorrand te liggen. De opening heeft eene halvemaanvormige gedaante. Daar echter de mantel zamentrekbaar is, zoo sluit zich deze opening gewoonlijk tot op een klein gat na, het ademgat, hetwelk aan de linkerzijde der ademholte is gelegen. Zeer vele in zee levende Prosobranchiën hebben daar ter plaatse eene gootvormige verlenging van den mantel, een zoogenaamde sipho, die wel is waar geen gesloten buis vormt, maar toch voor het in- en uittreden van het voor de ademhaling bestemde water dient en bij sommigen eene zeer aanmerkelijke lengte bereikt. Ook de geheele ademholte is met een tril-epithelium bezet, waardoor almede de strooming van het water daarin en langs de kieuwen bevorderd wordt.

Deze ademholte kan nog een meer werkdadig aandeel aan de ademhaling nemen en eindigen met tot het eenige ademhalingsorgaan te worden, dat dan voor luchtademhaling geschikt is. Men noemt het dan, hoewel zeer ten onregte, een long. Werkelijk bestaan er tusschen de waterademde Prosobranchiën en de luchtademende Pulmonaten tusschenvormen, welke doen zien, dat die zoogenaamde long niet anders is dan de eenigzins gewijzigde, voor luchtademhaling geschikt geworden ademholte. Men mag zelfs veilig aannemen dat bij allen de binnenwanden der adem-

holte aan de ademhaling deelnemen. Ook daarin verbreidt zich een adernet, maar bij de meeste Prosobranchiën is dit weinig ontwikkeld. Echter kent men eene familie van Weekdieren die, door het bezit van een kieuw en ook in andere opzigten, met de overige Prosobranchiën na verwant zijn, t. w. die der *Ampullaridae*, bij welke het genoemde adernet tot hoogere ontwikkeling komt, en zoo de ademholte tevens tot long wordt. Daaraan sluiten zich dan de soorten uit de groep der *Pneumonopoma*, die in de meeste punten der bewerktuiging met de Prosobranchiën overeenstemmen, maar alleen een long hebben, even als de echte *Pulmonata*, waartoe zij den overgang maken.

Het adernet der long bevindt zich aan de binnenrugvlakte der ademholte (fig. 267 *pl.*) en bestaat 1° uit een kringvat (*circulus venosus*) langs den buitenrand, 2° uit daarvan binnenwaarts uitgaande takjes, die zich netsgewijs vereenigen en welker buitenkanten als kleine plooijen in de ademholte puilen, waardoor een areolair maaksel ontstaat, en 3° een uit dit adernet ontspringenden, in het midden verloopenden vaatstam, die het bloed naar de voorkamer van het hart voert. Het genoemde kringvat ontvangt het aderlijke bloed uit eenige vaatstammetjes, die het in de ligchaamsholte bevatte bloed opnemen, en is dus eene aanvoerende longader of longslagader (*arteria pul-*

Fig. 267.



Anatomie van *Achatina mauritiana*. Naar Quoy.

g ganglion *supraoesophageum*; *s* gedeelte van den voet; *mb* slokdarmhoofd; *e* speekselklieren; *oe* slokdarm; *v* maag; *i* darm; *a* aars; *c* hartekamer; *c'* voorkamer; *pl* long; *gh* hermaphroditische klier; *dh* haar uitlozingskanaal; *gal* eiwitklier; *pr* prostata; *od* eileider; *vd* zaadleider; *rs receptaculum seminis*; *p* roede; *r* nier.

monalis s. vena pulmonalis afferens), terwijl de vaatstam, die het slagaderlijk geworden bloed uit het vaatnet naar het hart voert, een terugvoerende longader *(vena pulmonalis efferens)* is. Geen dezer beide vaatstammen is echter als eene wijziging van de aan- en terugvoerende kieuwaders te beschouwen. Zij zijn integendeel bijkomende deelen, zooals blijkt uit de gelijktijdige aanwezigheid van beide soorten van vaten bij de zoowel een kieuw als een long bezittende Ampullariën.

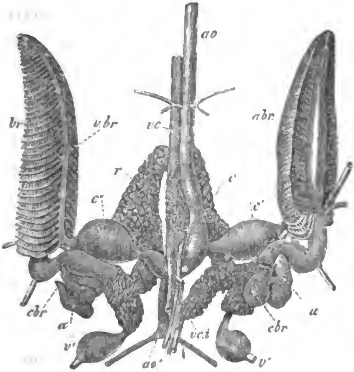
In de vakjes, gevormd door de takken van het vaatnet, bevinden zich nog veel fijnere bloedkanaaltjes, die met eerstgenoemde in verband staan, maar geene eigene wanden schijnen te hebben. Trilciliën staan alleen langs de grootere vaattakjes.

86. De ademhalingstoestel der Cephalopoden verschilt in één gewigtig punt van dien der Gasteropoden. Terwijl bij dezen de kieuwen en de ademholte in het algemeen rugstandig zijn, zijn deze daarentegen bij de Cephalopoden buikstandig. In dit opzigt stemmen echter de Cephalopoden overeen met die Pteropoden, welke een mantel en een beginsel van kieuwen bezitten (verg. bl. 327).

Bij alle Cephalopoden wordt de ademholte gevormd door den het ligchaam van achteren en van de buikzijde omgevenden mantel, die zich voorwaarts opent maar zich aldaar aan den trechter voegt, welke laatste op eene reeds vroeger (bl. 107) vermelde wijze, zich daartegen aansluiten kan, zoodat het water, bij de zamentrekkingen des mantels, door de trechteropening in- en uit de mantelholte stroomt en aldus gestadig ververscht wordt. Wanneer de kieuwen zich gedurende het embryonale leven pas beginnen te vormen, nemen zij een plaats in tusschen den mantel en de beide lobben des trechters. Daar nu dit deel, gelijk boven (bl. 121) gebleken is, morphologisch beantwoordt aan een gedeelte van den voet der Gasteropoden en der Lamellibranchiën, zoo bestaat er in dit eerste tijdperk nog eene zekere overeenkomst in de stelling der kieuwen met eenige der tot genoemde

klassen behoorende soorten. Maar bij de verdere ontwikkeling verdwijnt die overeenkomst; naar gelang het achterligchaam zich vormt, nemen de kieuwen eene meer en meer van den trechter en van het vooreinde des trechters verwijderde plaats in, en bij de volvormde dieren liggen zij in den bodem der mantelholte ter weerzijde van den ingewandenzak.

fig. 268.



Centraaldeelen van het bloedvaatstelsel en de kieuwen van *Sepia officinalis*. Naar J. HUNTER.

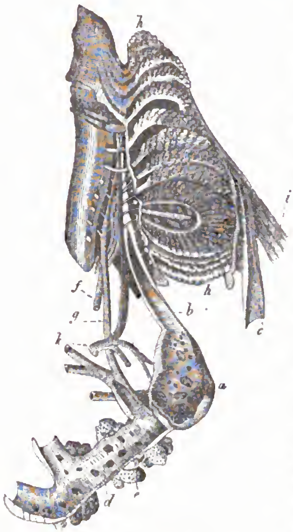
c hartkamer; *c'*, *c'* voorkamers; *cbr*, *cbr* kieuwharten; *a* lobben daaraan; *ao aorta cephalica*; *ao aorta abdominalis*; *vbr* terugvoerende kieuwader (*vena branchialis*); *abr* aanvoerende kieuwader (*arteria branchialis*); *br* kieuwen; *vc vena cava anterior*; *vci vena cava inferior*; *v v'* aderstammen uit den buiksinus; *r* aderaanhangsels of nier.

Alle Decapoden en Octopoden hebben een paar kieuwen en heeten daarnaar *Dibranchiata*; alleen Nautilus heeft er twee paren, die boven elkander staan en waarvan het eene, hooger naar den rug geplaatste, grooter is dan het tweede, dat zich lager aan de buikzijde, meer nabij de middellijn, bevindt.

In het algemeen heeft de kieuw van een Cephalopood eene piramidale gedaante (fig. 268 en 269 volg. bl.); haar basis gaat over in den ingewandenzak, ter plaatse waar het hart daarin gelegen is; verderop is de kieuw aan hare buikzijde vergroeid met den mantel. Langs de buikzijde der kieuw strekt zich de aanvoerende kieuwader of kieuwslagader (*art. branchialis s. vena branchialis afferens*), en langs de vrije rugzijde de kieuwader (*vena bran-*

chialis efferens) uit. Deze beide overlangs loopende vaten staan door een zeker getal van dwarse boogen in verband, en op deze verheffen zich de eigenlijke kieuwbladen, van welke wederom nog kleinere lobjes op regelmatige afstanden uitgaan. De geheele kieuw is dientengevolge dubbel gevederd. Bij de Decapoden (fig. 268) zijn de meestal talrijke kieuwbladen hoekig en liggen digt gesloten tegen elkander aan. Die der Octopoden (fig. 269) zijn daarentegen rondachtig, lobbig en geplooid, minder talrijk en staan op korte afstanden van elkander verwijderd. De kieuwen van Nautilus stemmen in maaksel het naast met die der Decapoden overeen, maar zij verschillen zoowel van dezen als van die der Octopoden daarin, dat zij alleen met haar basis bevestigd maar overigens geheel vrij zijn.

Fig. 269.



Kieuw en hare groote vaten van *Octopus*; Naar CUVIER. *a* kieuwhart; *b* aanvoerende kieuwader (kieuwslagader); *c* terugvoerende kieuwader; *d* tak der holle ader; *e* aderaanhangsels; *f* voedingsslagader der kieuw; *g* voedingsader der kieuw; *hh* kieuw; *i* spieren der kieuw; *k* kieuwzenuw.

Uitscheidings-organen.

87. De excretie-organen der Weekdieren zijn van tweederlei aard: vooreerst diegene welke men bij nagenoeg allen terugvindt en die derhalve als tot den typus behoorende moeten

beschouwd worden, en in de tweede plaats die welke slechts in bepaalde groepen worden aangetroffen en alleen voor deze eene nuttige beteekenis hebben.

Het voornaamste en meest verbreide dezer organen is dat hetwelk men met den algemeenen naam van nier kan bestempelen, in weerwil dat zijne verrigting nergens uitsluitend in eene afscheiding van pis bestaat, en het zelfs in vele gevallen onwaarschijnlijk is dat deze daardoor geschiedt. Wij moeten hierbij doen opmerken dat het bij de dieren dezer afdeeling vaak zeer moeijelijk is om met zekerheid het bewijs te leveren dat een zeker deel een pisafscheidend orgaan is. Wordt de pis in vloeibaren staat afgescheiden, dan is dit bijna onmogelijk. Men herkent dan ook den aard van het orgaan inzonderheid aan de aanwezigheid van daarin bevatte vaste concrementen. Zijn deze geheel of ten deele zamengesteld uit urinzuur of uit uraten, welke beide gemakkelijk door de bekende murexid-reactie (behandeling met salpeterzuur en daarop met ammoniak) kunnen worden aangetoond, dan is alle twijfel verdwenen. Zeer dikwijls bestaan zulke concrementen echter uit phosphorzuren, koolzuren of oxalzuren kalk, en hoewel dergelijke kalkverbindingen nu ook zeer veelvuldig in de ons beter bekende urine der Gewervelde dieren en mede in de zelfstandigheid der nieren van dezen worden aangetroffen, zoo kunnen zij toch in geenen deele als bepaald kenmerkend voor het afscheidingsprodukt eener nier worden beschouwd, omdat zij ook op andere plaatsen van het ligchaam kunnen voorkomen, waar geene pisvorming plaats grijpt 1).

Het is echter niet enkel de aard van het afscheidingsprodukt dat hierbij in aanmerking komt. Ook op het maaksel van het

1) Zie de verschillende opgaven van JACOBSON (MECKEL's *Archif* VI p. 370); GARNER (*Transact. of the Zool. Soc. of London*, 1841, II p. 92); H. MECKEL (*Arch. f. An. u. Phys.* 1846 p. 14); v. SIEBOLD (*Lehrb. d. Vergl. Anat.* 1848 p. 283); LEYDIG (*Zeits. f. wiss. Zool.* II. p. 167); LACAZE-DUTHIERS (*Ann. d. sc. nat.* Zool. 4. sér. IV. p. 312 en XI. No. 4 en 5); SCHLOSSBERGER (*Archif f. Anat. u. Phys.* 1856 p. 540 en *Ann. d. Chem. u. Pharm.* XCVIII p. 356); VOIT (*Zeits. f. wiss. Zool.* X p. 476).

orgaan zelf dient gelet te worden. Vooreerst moet, gelijk van zelf spreekt, indien het een excretie-orgaan is, daaraan eene naar buiten voerende opening voorhanden zijn. Maar in de tweede plaats moet het maaksel datgene zijn, hetwelk aan afscheidende organen, aan klieren in het algemeen eigen is, namelijk eene inwendige bekleeding met cellen die eene holte of een stelsel van met elkander gemeenschap hebbende holten begrenzen. Waar zulk een bekleedsel ontbreekt, ook in den vorm eener nog niet in cellen gescheiden protoplasma-laag, mag men aannemen dat geene afscheiding plaats heeft. Is het daarentegen aanwezig, dan mag men met waarschijnlijkheid besluiten dat het orgaan eene klier is, en bestaat de mogelijkheid, — maar ook niet meer, — dat de afscheidingstof pis is.

Onder de beneden nader te vermelden organen zijn er nu die dit kenmerk missen, die derhalve geen klieren zijn, en dus ook geen nieren in den physiologischen zin, maar die men toch teregt als aequivalent met andere beschouwt, waarvan men met zekerheid weet dat zij pisafscheidende werktuigen zijn. Zulk eene beschouwing, zich grondende op eene gelijke plaatsing en verhouding tot naburige organen, is dan ook uit een morphologisch standpunt volkomen geregtvaardigd. Zeer dikwerf toch veranderen organen, die onderling volkomen homoloog zijn, van verrigting en dan tevens van maaksel. Wij behoeven slechts de zwemblaas der Visschen en de longen der in de lucht levende Gewervelde dieren te herinneren (Dl. II bl. 391). Maar hier komt bij dat een gedeelte der verrigting kan blijven bestaan, terwijl het andere ophoudt. Het nier genoemde orgaan der Weekdieren is namelijk niet een enkel excretie-orgaan maar dient tevens in verreweg de meeste gevallen tot inlating van water en is als zoodanig reeds boven (bl. 301 en 308) herhaaldelijk vermeld. Bovendien treedt het in vele gevallen in nader verband tot de generatie-organen, welker produkten daardoor hunnen weg naar buiten vinden. Eindelijk is dit orgaan steeds in de nabijheid van het hart en van de ademhalings-werktuigen gelegen, en wijst

zijne verhouding tot den aderlijken bloedsomloop aan dat het ook invloed op de bloedbereiding heeft.

Het is juist de menigvuldigheid dezer verrigtingen, waarvan dan eens de eene, dan weder de andere de voornaamste en overheerschende is, waardoor dit orgaan voor het leven der Mollusken in het algemeen zulk eene hooge beteekenis erlangt.

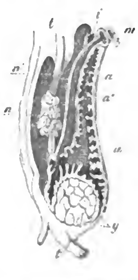
Niet in alle klassen echter wordt het aangetroffen. Bij de Bryozoën en Tunicaten ontbreekt het. Wel is waar heeft men bij Salpen en bij Doliolum een net van kleine kanaaltjes rondom den darm en ook bij verscheidene Ascidiën een daar ter plaatse zich bevindend bekleedsel van cellen die geelachtige concrementen bevatten, als excretie-organen geduid, doch eene naar buiten voerende opening ontbreekt daaraan, en het is dus zeer onwaarschijnlijk dat deze deelen vergelijkbaar met de nier der overige Weekdieren zouden zijn.

Met eenigen meerderen grond mogen bij de Brachiopoden als zoodanig deelen beschouwd worden, waarin men vroeger harten meende te zien, maar waarvan men thans met zekerheid weet dat zij tot naar buiten voering der voorttelings-produkten dienen. Deze deelen, gewoonlijk ten getale van twee, soms (bij *Rhynchonella*) vier, liggen ter weerzijde van den darm en zijn aan beide einden open (fig. 266, *u*, *u'*, *u''*, bl. 322). Hun binneneinde, naar den pericardiaalsinus gekeerd, is een wijde trechter, inwendig voorzien van straalsgewijs loopende plooijen, die met trilharen bezet zijn. Deze trechter voert in een buisachtig deel, waarvan de wanden inwendig een cellenbekleedsel dragen, dat, evenals bij andere slijm- of kliervliezen, naar binnen springende plooijen en tepeltjes vormt. Deze buizen openen zich in de mantelholte, gewoonlijk in de nabijheid van de inplanting der kieuwarmen. Men heeft er tot dusver geene concrementen in gevonden. Of zij pisafscheidende organen zijn, is dus voor het minst onzeker. Zoowel in gedaante als verrigting herinneren zij de Falloppische buizen van vele Gewervelde dieren (Dl. II bl. 570, 572, 576, 579), nog meer de zoogenaamde segmentaal organen van vele

Wormen, die mede als ei- en zaadleiders optreden, maar waarvan men tevens weet dat zij ook excretie-organen zijn. Daarentegen schijnen ons deze bij de Brachiopoden voorkomende deelen weinig overeenkomst aan te bieden met het als nier beschouwde orgaan der overige Mollusken.

88. Onder dezen zijn het in de eerste plaats de Lamellibranchiën, die hier in aanmerking komen. Reeds lang kent men bij dezen een gewoonlijk geel of bruin, soms violetachtig gekleurd orgaan, dat achter de lever, onder het hartezakje, voor de achterste sluitspier en boven de basis der kieuwen, ter weerzijde der middellijn aan de rugzijde gelegen is (fig. 270 en fig. 271). Bojanus die het eerst ontdekte dat al het aderlijke bloed, hetwelk naar de kieuwen stroomt, er doorheen gaat, zag er een ademhalings-werktuig in en noemde het „long." Thans is het algemeen bekend onder den naam van het orgaan van Bojanus. Sedert het gebleken is, dat de concrementen, die men er in aantreft, ofschoon geenszins altijd, toch somtijds urinzuur bevatten (Garner, v. Babo, Lacaze-Duthiers), mag men zijne beteekenis als nier als vastgesteld beschouwen.

Fig. 270.



a Het Bojanus'sche orgaan van *Unio*; *i* zijn binnenste opening; *b* zijn buitenwaartsche opening; *a'* peripherische zak; *n* hart; *tt* endeldarm; *m* eileider-mond; *y* achterste sluitspier.

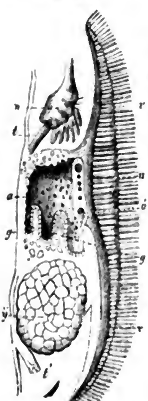
Half schematisch, naar Lacaze-Duthiers.

Dit orgaan is altijd gepaard, maar de beide helften liggen vlak tegen elkander aan of zijn ook wel in haar middengedeelte met elkander zamengesmolten. De gedaante is in het algemeen langwerpig, doch overigens bij onderscheidene soorten zeer verschillend. Inwendig bestaat het uit een stelsel van met elkander gemeenschap hebbende holten, waarvan de kleinere als uitstulpingen kunnen beschouwd worden hetzij van eene grootere, centrale, aan beide organen gemeenschappelijke holte of van twee

holten, eene in elke helft, die dan echter door eene opening toch gemeenschap met elkander hebben. Het maaksel van dit stelsel van holten is geheel dat van een klierachtig orgaan; de wanden der holten bestaan uit cellen, die aan de naar binnen gekeerde oppervlakte trilharen dragen. De kleinste dezer holten vertoonen zich als blinde zakjes, en het is daarin dat dikwijls concrementen worden aangetroffen, die echter soms alleen uit kool- en phosphorzuren kalk bestaan (Voit, Schlossberger).

Steeds is er ter weerzijde eene opening tusschen de genoemde holten en het hartezakje, terwijl benedenwaarts talrijke kleinere openingen in de aanvoerende kieuwaders monden, die het bloed naar de kieuwen voeren. Buitenwaarts, d. i. in de mantelholte, opent zich elke der beide klieren met een kort uitlozingskanaal, waarvan de mond hetzij gelegen is digt bij de genitaalopening, maar toch van deze gescheiden (bij *Unio*, *Anodonta*, *Chama*, *Pectunculus*, *Mactra*, *Cardium*, *Cardita*), óf beide openingen vallen zamen (bij *Pinna*, *Arca*), óf eindelijk de voorttelingswerktuigen voeren hunne produkten in de holten van het orgaan zelve, en de uitlozingskanalen van dit worden dan tevens tot ei- en zaadleiders (bij *Pecten*, *Lima*, *Spondylus*).

Fig. 269.



Loodregte doorsnede van het hart en naburige organen van *Lutraria solenoides*. Naar Lucaze — Duthiers.

h hart; i endeldarm; i' aars; o orgaan van Bojanus; *gg* zijne holten; r kieuwader; u kieuw; u' openingen die uit het orgaan van Bojanus in de aanvoerende kieuwader voeren; y achterste sluitspier.

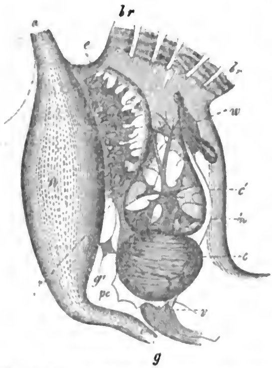
89. Eenvoudiger, zoowel in maaksel als ten aanzien van het verband waarin zij tot andere organen staat, is de nier der Gasteropoden en Pteropoden. Reeds Swammerdam kende dit deel bij de Landslakken, maar noemde het, wegens de daarin voorkomende kalk-concrementen, het „kalkzakje," terwijl Cuvier het als *l'organe de la viscosité* beschreef. Dat het althans bij de Pulmonaten en de Proso-

branchiën een pis-afscheidend orgaan is, werd reeds voor vele jaren door JACOBSON bewezen. Ofschoon minder zamengesteld dan het orgaan van Bojanus der Lamellibranchiën, vertoont toch de nier der Gasteropoden en Pteropoden eene veel grootere verscheidenheid. Zij is nagenoeg altijd een ongepaard orgaan, gelegen in de nabijheid van het hart, tusschen dit en de ademhalingsorganen (fig. 266 bl. 333 en fig. 267 bl. 335), hetzij kieuwen of longen. Bij de hoogere Gasteropoden (Prosobranchiën en Pulmonaten) ligt dit deel in den bodem der ademholte en vertoont inwendig duidelijk het maaksel van een klierachtig orgaan. Talrijke plaatjes of balkjes, allen met afscheidende cellen bekleed, verdeelen het in een groot getal van holten, die gemeenschap hebben met eene centrale holte, welke echter nimmer ruim is. Deze mondt buitenwaarts hetzij met eene eenvoudige spleet in den bodem der ademholte (bij *Triton*, *Dolium*, *Cassis*, *Murex*, *Arion* e. a.) of met een langere of kortere uitlozingsbuis, een *ureter*, die dan vlak naast den endeldarm gelegen is (bij *Turbo*, *Voluta*, *Conus*, *Helix*, *Achatina* e. a.). In verscheidene gevallen is een verband tusschen het holtenstelsel in dit orgaan en den pericardiaalsinus aangewezen, waardoor derhalve, evenals bij de Lamellibranchiën, ook water langs dien weg in het bloed kan gebragt of wederkeerig het bloed er door naar buiten gedreven worden. Doch het bloed, dat naar de ademhalingsorganen gaat, stroomt niet, gelijk bij de Lamellibranchiën, eerst door de nier. Evenmin bestaat er een verband tusschen deze en de voorttelingsorganen, hoewel het uitlozingskanaal der laatste nabij dat der nier verloopt.

In de afdeelingen der Opisthobranchiën, der Heteropoden en en der Pteropoden treden nu velerlei trappen op van teruggang der secretorische verrigting van dit orgaan als nier, waarbij het meer en meer tot een enkel werktuig voor den in- en uitvoer van water wordt. Bij *Pleurobranchus*, *Aplysia* en andere hoogere Opisthobranchiën, uit de groep der *Pomatobranchia*, heeft de nier nog ongeveer het maaksel van die der Prosobranchiën.

met eene opening onder de kieuw. De klier zelf is echter meer binnenwaarts gelegen In die van eerstgenoemd geslacht zijn talrijke concrementen gevonden. Ook bij de Heteropoden duidt het inwendige cellenbekleedsel nog aan, dat de nier, hoewel klein, nog eene afscheidende verrigting heeft; zij ligt ter zelfder plaatse als bij de Prosobranchiën naast het hartezakje; zijn binneneinde opent zich daarin aan een klein met trilhaartjes omzet tepeltje, terwijl eene ronde opening naar buiten voert (fig. 270). Dit orgaan vertoont duidelijke zamentrekkingen, die, uit hoofde van de doorschijnendheid dezer dieren, in dit geval duidelijk zigtbaar zijn. Evenzoo is het ongeveer bij de van een mantel voorziene Pteropoden. Bij de overigen en desgelijks bij de meeste Gymnobranchiën is het aan de nier der hoogere vormen beantwoordende orgaan een aan den rug in het midden des ligchaams gelegen, langwerpig, glasbelder zakje of blaasje, waaraan weinig of niets meer van een inwendig celbekleedsel is waar te nemen, maar dat ter eener zijde met eene met trilhaartjes omzette opening in den pericardiaal-sinus, ter anderer zijde aan de ligchaams-oppervlakte uitmondt. De aan dit blaasje zigtbare zamentrekkingen zijn dikwijls zoo regelmatig, dat sommigen het voor een hart (een zoogenaamd poortaderhart) hebben aangezien.

Fig. 270.



Nier en naburige deelen van *Pterotrachea mutica*, naar GEGENBAUR. Vergroot.

n darm; *a* aars; *br* kieuwen; *e* nier; *e'* haar buitenste opening; *e''* haar binnenste opening; *c* hart; *c'* voorkamer; *ar* aorta; *v* twee klepjes; *pc* hartezakje; *g* ingewanden-zenuwknoop; *g'* mantel-zenuwknoop; *n* trilorgaan; *n* zenuwtak daarheen.

90. Zeer verschillend van de tot dusver beschreven organen, en

moeijelijk daarmede geheel te vergelijken, zijn de nieren der Cephalopoden. Het zijn spons- of trosachtige deelen, die gelegen zijn rondom de takken der *vena cava*, voordat deze in de kieuwharten monden, en welke door talrijke openingen met die aderen gemeenschap hebben (fig. 268 bl. 337 en fig. 269 bl. 338). Vandaar dat men hen ook wel eenvoudig aderaanhangsels noemt. Behalve die beide takken, zijn ook bij sommige Cephalopoden (*Sepia*) nog andere aderen, welke van de ingewanden en den mantel komen en in de kieuwslagaders monden, met dergelijke aanhangsels omzet. Rondom deze aderen met hare aanhangsels is, ter weerzijde van het hart, een hen omhullend vlies gelegen. Elk der aldus gevormde wijde zakken of blazen, ook wel zijdecellen genoemd, opent zich in de mantelholte met een klein gat, meestal aan de spits van een kleine papil.

In overeenstemming met het getal der kieuwen en van de hoofdtakken der *vena cava* hebben de Dibranchiaten slechts één paar, maar Nautilus twee paren van zulke zakken. Bovendien bevinden zich bij laatstgenoemden aan de vier takken der *vena cava*, d. i. aan de aanvoerende kieuwaders of kieuwslagaders, welke hier geen kieuwharten vormen (bl. 314), achterwaarts nog andere aanhangsels, die in den pericardiaal-sinus zijn ingestulpt, welke laatste ook, ter weerzijde van de openingen der zoo even genoemde zakken, naar buiten in de mantelholte mondt. Bij de Dibranchiaten bestaat wel is waar zulk eene instulping van aderhangsels in den pericardiaalsinus niet, maar uit elken zak voert eene opening daarheen, zoodat er derhalve ook hier, even als bij de vorige klassen, eene gemeenschap tusschen de nier en den pericardiaalsinus en door dezen met de verdere ligchaamsholte bestaat.

In den levenden toestand zijn die aderaanhangsels zeer beweeglijk. Zij kunnen zich zamentrekken en inkrimpen of door aanzwelling uitzetten, hetgeen, daar zij door talrijke openingen met de aders gemeenschap hebben, met uit- en intreding van bloed gepaard gaat. Er heeft derhalve, ofschoon op minder

volkomen wijze, in hen ook eene dergelijke doorstrooming van het voor de kieuwen bestemde aderlijke bloed plaats, als bij de Lamellibranchiën door het orgaan van Bojanus geschiedt.

Dat werkelijk deze aderaanhangsels met de hen omgevende zakken pis-afscheidende organen zijn, blijkt eensdeels uit hun maaksel, anderdeels uit de daarin gevonden concrementen, waarin Harless urinzuur heeft aangewezen, ofschoon deze, even trouwens als bij vele Lamellibranchiën en Gasteropoden, dikwijls alleen uit phosphorzure en koolzure zouten bestaan. Met name is dit bij Nautilus het geval.

Wat het maaksel en de gedaante der aanhangsels zelve betreft, zoo verschillen beide nog eenigzins bij onderscheidene Cephalopoden, doch zij stemmen toch altijd daarin overeen, dat zij een duidelijk klierweefsel bezitten, waarvan de afscheidende, met cellen bekleede oppervlakte naar de holte van den hen omringenden zak is toegekeerd. Deze laatste is dan ook de tijdelijke verzamelplaats van de pis en met een pisblaas of, nog juister, met een nierbekken te vergelijken.

91. Daar er tusschen hetgeen men afscheiding en uitscheiding noemt geene eigenlijke grenzen te trekken zijn, zoo moet ook de geheele slijm afscheidende huidoppervlakte der Weekdieren als tot de excretie medewerkend beschouwd worden. Bepaaldelijk is de schelpzelfstandigheid, hoewel voor het dier van nut, toch niet anders dan een excretie-produkt dat, eenmaal naar buiten getreden zijnde, geenerlei aandeel meer aan de levensbewegingen neemt. Over hare vorming is (bl. 90 en volg.) reeds het noodige gezegd. Wij voegen er hier dus alleen nog bij dat vermoedelijk de voorname bron van de aanmerkelijke hoeveelheid der daartoe vereischte kalkzouten het water is dat, gelijk wij boven (bl. 290, 301, 308) gezien hebben, het bloed- en watervaatstelsel door openingen aan de ligchaamsoppervlakte binnendringt, hoewel het natuurlijk ook mogelijk is dat een gedeelte daarvan door de in het darmkanaal opgenomen spijs

en drank wordt geleverd, inzonderheid bij de op het land levende soorten, die trouwens in het algemeen dunwandiger schelpen hebben dan de meeste soorten die de zee bewonen.

Behalve de talrijke kleine, hier en daar verspreide, maar vooral langs den mantelrand van Lamellibranchiën en Gasteropoden in groot aantal voorkomende slijm- en pigmentkliertjes, zijn er in eenige gevallen nog grootere klieren aanwezig, waardoor eene aanmerkelijke hoeveelheid vocht wordt afgescheiden. Als zoodanig noemen wij hier de slijmklier, welke bij de meeste Prosobranchiën in het middelste gedeelte van den bovenwand der ademholte of digt naast den endeldarm gelegen is en bij velen eene zeer groote hoeveelheid slijm afscheidt, dat naar buiten treedt wanneer men het dier aanvat. Naar het schijnt is de zoogenaamde purperklier van *Murex* en *Purpura* dezelfde klier, alleen daarin verschillend van de slijmklier van andere Prosobranchiën dat het naar buiten getreden sap, hetgeen aanvankelijk kleurloos of lichtgeel is, aan het licht eene violette kleur aanneemt. Min of meer daarmede vergelijkbaar is het purpervocht, dat bij *Aplysia* uit de kieuwholte naar buiten treedt, doch niet van eene enkele klier maar van een aantal kleine kliertjes afkomstig is. Ook bij andere Pomatobranchiën heeft eene dergelijke afscheiding, maar van een kleurloos vocht plaats.

Op nog andere plaatsen dan in de ademholte komen zulke groote huidklieren voor. In den voet der naakte Landslakken strekt zich eene overlangs in het midden verloopende klier uit, die zich met een wijden mond tusschen den voet en den kop opent. Zij bestaat uit een hoofdkanaal met ter weerzijde daarvan geplaatste klierlobjes. Maar vooral is het achterste gedeelte van den voet, het *metapodium*, de zetel van eigendommelijke af- en uitscheidingen, welker produkten, hoewel dan eens vloeibaar, dan weder zich tot eene chitine-achtige stof verhardend of zich verkalkend, toch geacht moeten worden elkander te vertegenwoordigen. Daartoe behoort het vooral in den voorttelingstijd in rijke hoeveelheid afgescheiden slijm der

zoogenaamde staartklier van *Arion*, die zich aan het achtereinde van den rug opent, d. i. aan dat gedeelte hetwelk aan het metapodium beantwoordt. Voorts het mede aan het metapodium naar buiten tredend slijm, waaruit *Janthina* haar drijftoestel vervaardigt (bl. 94); de byssus der Lamellibanchiën, welke gevormd wordt in de aan het achterste gedeelte van den voet zich bevindende byssusklier (bl. 118), en eindelijk het deksel (*operculum*) van vele Prosobranchiën (Dl. III, 1. Afd. bl. 795). Al deze vormingen kunnen vereenigd metapodiaal-vormingen worden genoemd.

Eindelijk zijn ook nog bij eenige Weekdieren eigendommelijke klierorganen voorhanden, welke meer inwendig dan de tot dusver genoemde gelegen zijn. Het gewigtigste daaronder is de zoogenaamde inktzak der Cephalopoden. Deze zak heeft eene peervormige gedaante en ligt op verschillende plaatsen in het ligchaam. Bij *Sepia* (fig. 238 bl 278) vindt men hem geheel in het achtereinde, bij *Loligo* e. a. meer voorwaarts, niet ver van den aars; bij *Octopus* ligt hij te midden der levermassa. Zijn uitlozingskanaal opent zich digt bij den aars, en de lengte van dit kanaal verschilt derhalve met den afstand, waarop de zak zelve gelegen is. De wand van dezen zak is tamelijk dik en stevig. Inwendig is hij met plooijen bezet, die bekleed zijn met cellen, welke het zeer fijnkorrelige bruin-zwarte pigment bevatten, dat ook den vloeibaren inhoud van den zak kleurt.

Voor zoo ver den genoemden zwartbruin gekleurden inhoud betreft, mist Nautilus een eigenlijken inktzak. Toch komt bij dit dier een deel voor, hetwelk uit een morphologisch oogpunt geacht kan worden den inktzak der Dibranchiaten te vertegenwoordigen, namelijk eene peervormige dunwandige blaas (fig. 249 bl. 313), die achter het hart gelegen is en zich met een uitlozingskanaal links in den bodem van den mantelzak opent. Welke overigens de verrigting van dit deel is, is onbekend.

Wormen.

92. In de afdeeling der Wormen worden zoo velerlerlei diervormen zamengevat, die onderling door veel lossere banden zamenhangen dan bij de leden der overige hoofdafdeelingen van het dierenrijk het geval is, dat het niet verwonderen kan dat ook de voor de voeding bestemde organen zeer aanmerkelijke verschillen aanbieden. Inderdaad ontmoet men in deze groep uitersten van eenvoudigheid en van zamengesteldheid van maaksel, zoo als men deze nergens elders aantreft. Terwijl vele Wormen een tot volle ontwikkeling gekomen spijsverteringskanaal, met mond en aars, een gesloten bloedvaatstelsel en eigene ademhalingsorganen bezitten, zijn er daarentegen andere, die bloedvaten en ademhalingsorganen geheel missen; weder anderen die alleen een mond maar geen aars hebben, terwijl het niet zelden vertakte darmkanaal weinig anders dan een uitholing in het ligchaamsparenchym is; nog anderen eindelijk welke noch spijsverteringsholte, noch bloedvaten, noch ademhalingsorganen hebben. Ook zijn deze aanmerkelijke, hier optredende verschillen geenszins altijd te beschouwen als eenvoudige ontwikkelingsverschillen, met andere woorden van het blijven staan van zekere Wormen op eenen trap die voor andere een voorbijgaande is Ofschoon het in enkele gevallen gelukt dit ook hier aan te wijzen, even als in de overige afdeelingen van het dierenrijk, zoo moet men toch erkennen, dat vele der bedoelde verschillen eenen dieperen grond hebben en alleen verklaard kunnen worden uit een werkelijk bestaand verschil in het algemeene plan der bewerktuiging.

Den belangrijksten invloed op de geheele overige organisatie oefent het al of niet bestaan eener bijzondere ligchaams- of ingewandenholte (*cavitas periviscerali*s) uit. In het algemeen moet het ontbreken daarvan als een toestand worden beschouwd, waarin sommige deelen niet tot differentieering zijn gekomen, die elders gedifferentieerd zijn. Men kan op grond daarvan de

Wormen in twee hoofdgroepen scheiden, die der Volvormen (*Plerelmia*) en der Holwormen (*Coelelmia*), gelijk zulks ook in de natuurhistorische afdeeling van dit leerboek gedaan is. Echter moet men dit niet zoo opvatten, alsof hierdoor een volkomen scherpe grens ware aangewezen tusschen twee ook in alle andere opzigten onderscheidene typen, gelijk b. v. tusschen de Coelenteraten, die desgelijks eene eigene ligchaamsholte missen, en de Echinodermen, waar deze integendeel aanwezig is. Wel ontbreekt eene afzonderlijke ligchaamsholte, binnen welke de ingewanden gelegen zijn, geheel bij de Cestoden en de Trematoden, maar reeds onder de Hirudiniden zijn eenige soorten, gelijk *Branchiobdella*, en, onder de Turbellarien, de Nemertinen, waar, wel is waar eene kleine, maar toch duidelijke, met voedings- of ligchaamsvocht gevulde ingewandenholte optreedt.

Inderdaad is dan ook het ontstaan eener bijzondere ingewandenholte het gevolg eener voortgezette differentieering van deelen die in den eersten toestand altijd vereenigd zijn. Met dit ontstaan gaat tevens de differentieering van een eigen peritoneaalbekleedsel gepaard, waarvan de voortzettingen zich als verbindende deelen tusschen de binnenvlakte van den ligchaamswand, d. i. van den huidspierzak, en de buitenvlakte der in de holte gelegen organen, het spijsverteringskanaal, de centraaldeelen van den bloedsomloop, de voorttelingsorganen enz, uitstrekken, welke deelen, wanneer zij den vorm van platen of vliezen aannemen, waardoor die organen als het ware bevestigd en meer of min aan eene bepaalde plaats gebonden zijn, den naam van darmscheil- of mesenteriaalplaten ontvangen. Komt nu zulk eene scheiding tusschen de buitenvlakte der inwendige organen en de binnenvlakte van den ligchaamswand niet tot stand, dan ontbreekt daarom nog geenszins een aequivalent van hetgeen elders tot peritoneaalbekleedsel en mesenteriaalplaten wordt. Dit aequivalent is dan het algemeene, met voedingsvocht gedrenkte ligchaamsparenchym, te midden waarvan de organen gelegen zijn, en hetwelk grootendeels als tot de uitgebreide klasse der bindweef-

selzelfstandigheden behoorende moet worden beschouwd. Worden de ook in dien toestand daarin aanwezige kleine ruimten tusschen de weefsel-elementen tot grootere ruimten en holten, die gevuld zijn met voedingsvocht, dat de daarbinnen bevatte organen omspoelt, dan vormt zich allengs eene ligchaamsholte, die echter ook dan nog uit een grooter of kleiner getal van met elkander in meer of minder opene gemeenschap staande kleinere holten of boezems blijft bestaan.

Het hier gezegde geldt in zijne algemeenheid niet enkel van de afdeeling der Wormen, maar ook van de overige afdeelingen, waarin eene ingewandenholte tijdens de ontwikkeling optreedt. Maar het is van bijzonder gewigt, dit bij de beschouwing van het maaksel der talrijke, uiteenloopende vormen, die men onder den gemeenschappelijken naam van Wormen zamenvat, wel in het oog te houden, omdat men daarin den draad vindt, waardoor eenige dier vormen verbonden zijn. Het niet ontstaan eener afzonderlijke ingewandenholte drukt op de dieren, waarbij zulks het geval is, eenen eigenen stempel, die echter nog geenszins verloren gaat, wanneer geringe sporen daarvan zich vertoonen.

Spijsverteringsorganen.

93. Er zijn Wormen die in het geheel geene spijsverteringsorganen bezitten, waar derhalve ook eene mondopening geheel ontbreekt. Bij de zoodanigen grijpt de voeding uitsluitend plaats door opneming van voedende stoffen in opgelosten toestand door de weeke huidoppervlakte, d. i. langs den osmotischen weg. De huid vervult bij hen dezelfde functie als de darmwand bij andere dieren. De eerste voorwaarde daartoe is dus dat de dieren zich ophouden te midden van een vocht of van eene halfvloeibare zelfstandigheid, die de voor assimilatie dadelijk geschikte stoffen bevat. Aan deze voorwaarde wordt voldaan door eene endoparasitische levenswijze, d. i. door een verblijf in het ligchaam van andere dieren. Intusschen is het er zeer ver af dat alle endo-

parasitische levende Wormen een mond en spijsverteringskanaal zouden missen. Dit geldt alleen van die, welke tot de orden der Cestoden en der Acanthocephalen behooren. Dat echter op die wijze, onder begunstigde omstandigheden, eene krachtige voeding en daaraan beantwoordende groei mogelijk zijn, wordt inzonderheid door eerstgenoemden bewezen, waaronder sommige soorten eene lengte van verscheidene meters kunnen bereiken. Deze wijze van voeding, die in het plantenrijk zeer algemeen is, behoort daarentegen in het dierenrijk tot de uitzonderingen, voor zoo ver althans als het de tot hunne volle ontwikkeling gekomen dieren betreft. In den eersten, jeugdigen toestand toch grijpt zij veelvuldig plaats. Zelfs het Zoogdieren-ei voedt zich en groeit op die wijze een tijd lang (zie Dl. II, 2[de] afd. bl. 665). Ook zijn er onder de overige parasitisch levende Wormen eenige, die niet enkel in den eersten embryonalen toestand, maar ook nog later een spijsverteringskanaal missen, namelijk de onder den naam van „sporocysten" bekende voedstervormen der Trematoden (1[ste] Afd. bl. 679), die in dit opzigt een band uitmaken tusschen deze groep en de tot de Cestoden behoorende, maar zich nimmer in leden (proglottiden) scheidende *Caryophyllaeus* en *Ligula*, waarbij zich nog de in andere opzigten met de Trematoden overeenstemmende geslachten *Monostoma (Amphilina* WAG.) en *Gyrocotyle* DIES. (*Amphiptyches* WAG.) als verdere tusschenvormen voegen.

Zonderlinger dan het geheel ontbreken van een darmkanaal in de genoemde gevallen is de rudimentaire toestand daarvan bij de in andere opzigten zich het naast aan de Nematoden sluitende geslachten *Mermis*, *Gordius* en *Sphaerularia*, omdat althans de tot de eerstgenoemde geslachten behoorenden soorten, in den volvormden, geslachtsrijpen toestand, vrij levende dieren zijn. *Sphaerularia* heeft noch mond noch aars, en alleen een zich door het ligchaampje uitstrekkende dubbele cellenstreng neemt de plaats in, waar elders zich een darmkanaal bevindt. Een

ongeveer gelijk maaksel hebben ook in den vrijen geslachtsrijpen toestand de soorten van *Gordius*, die zoowel een aars als een mond missen, terwijl de plaats van het darmkanaal desgelijks door een cellenstreng wordt ingenomen, doch die zich soms, bepaaldelijk bij dragtige vrouwelijke individu's, alleen in het achtergedeelte des diers vertoont. Bij *Mermis* bevindt zich aan het vooreinde een van zes papillen en een chitine-ring omgeven mond, welke toegang geeft tot een slokdarm, doch deze eindigt, na plaatselijk tot een bulbus aangezwollen te zijn, in een blind toeloopende buis. Iets daarachter begint het eigenlijke darmkanaal, met een blind vooreinde, terwijl het ook achterwaarts blind eindigt, maar eene duidelijke holte heeft.

De raadselachtige omstandigheid dat bij deze dieren een orgaan wordt aangetroffen, hetwelk de plaats van een darmkanaal inneemt, maar waarin geen spijs kan doordringen, heeft aanleiding gegeven tot zeer uiteenloopende opvattingen, welke wij hier met stilzwijgen voorbijgaan. Door de onderzoekingen van GRENACHER 1) aan verschillende soorten van *Gordius*, kan men dit raadsel als grootendeels opgelost beschouwen. Daaruit is gebleken, dat, zoolang deze dieren een parasitisch leven leiden, in de ligchaamsholte van verschillende insekten, zij eene kleine mondopening aan het vooreinde des ligchaams hebben, die geleidt in een buisvormig darmkanaal, dat zich door het grootste gedeelte van het ligchaam des diers uitstrekt en zich niet regtstreeks buitenwaarts met een aars opent, maar in een kanaal, waarin ook de uitlozingskanalen der voorttelingsklieren monden, derhalve in eene cloaca. Later, wanneer zij vrij levende wezens zijn geworden en de bevruchting heeft plaats gehad, sluit zich de mondopening en atrophieert ook het darmkanaal, waarvan ten slotte nog slechts het achterste gedeelte als een cellenstreng, bijna zonder holte, overblijft.

Er heeft derhalve hier een dier gevallen van teruggaande

1) *Zeitschrift f. wiss. Zoologie* 1868, XVIII, p. 323. Men vindt daar ook de vroegere literatuur over dit onderwerp.

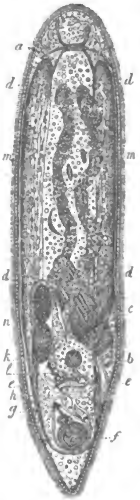
ontwikkeling plaats, welke ook elders in het dierenrijk menigvuldig optreden, waarbij de spijsverteringsorganen, die gedurende den eersten levenstijd dienst gedaan hebben, atrophieeren of zelfs geheel verdwijnen en daarentegen de voorttelingsorganen en hunne producten tot volle ontwikkeling geraken.

Indien men de bovengenoemde gevallen uitzondert, treft men bij de Wormen, derhalve bij het groote meerendeel, één spijsverteringskanaal aan. In de gedaante en het maaksel daarvan ontmoeten wij echter eene veel grootere verscheidenheid dan in eenige andere afdeeling des dierenrijks. Als eene negatieve eigendommelijkheid zoude men kunnen aanmerken, dat bij de Wormen slechts zelden duidelijke afdeelingen des darmskanaals voorkomen, die als maag, dunne darmen en dikke darmen kunnen onderscheiden worden. Een bijzondere, als slokdarm te duiden afdeeling is daarentegen bijna altijd aanwezig. Het eigenlijke, daarop volgende darmkanaal vereenigt dikwijls in zich de functiën van een maag en van een darm en wordt dan ook wel maagdarm genoemd. Het is meestal hetzij eenvoudig buisvormig, of vertakt. Tusschen deze beide hoofdvormen plaatsen zich andere, waarin de darmbuis op regelmatige afstanden geplaatste blindzakvormige uitzettingen of ook wel ondiepere insnoeringen heeft. Niet zelden ontbreekt een aars, en waar hij voorkomt, opent hij zich gewoonlijk aan de rugzijde, terwijl de mond zich aan de buikzijde bevindt. Meestal zijn beide digt nabij de ligchaamseinden geplaatst, doch hierop komen vele uitzonderingen voor. Zeer dikwerf onderscheidt zich het vooreinde des spijsverteringskanaals, de slokdarm, door een eigendommelijk maaksel van het daarachter volgende grootere gedeelte, namelijk door dikkere spierachtige wanden, door de aanwezigheid van chitinetandjes of platen, en bij velen ook door de geschiktheid om naar buiten om- en uitgestulpt te worden en als een slurp uit de mondopening te treden.

Eene uitvoeriger beschouwing van eenige hoofdvormen is echter noodig om een en ander duidelijk te maken.

94. In den eenvoudigsten toestand vertoont zich het spijsverteringskanaal bij het meerendeel der Rhabdocoele Turbellarien (fig. 271). Hier bestaat het grootendeels slechts uit eene blindzakvormige uitholing in het ligchaamsparenchym, zonder eigene wanden. Alleen het voorste gedeelte, dat als slokdarm of als slokdarmhoofd (*pharynx*) kan onderscheiden worden, heeft (met uitzondering der Schizostomeën) spierachtigen wanden, eene kegel- of tonvormige gedaante, en kan dikwijls uitgestulpt worden. Er bestaat hier blijkbaar eene toenadering tot het maaksel van den spijsverteringstoestel bij vele Infusorien (z. bl. 188). Ook neemt, even als bij dezen, de mond zeer verschillende plaatsen in, bij eenigen aan het vooreinde, bij anderen op eenen afstand daarvan achterwaarts, bij sommigen zelfs aan de achterste ligchaamshelft (1ste Afd. bl. 644). In den regel ontbreekt een aars, doch deze komt toch bij eenigen (Microstomeën) voor.

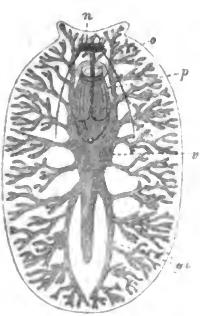
Fig. 271.



Opistomum pallidum. Naar Max Schultze. Vergroot. *a* centraaldeelen van het zenuwstelsel; daarnevens de vertakkingen van het watervaatstelsel; *b* mond; *c* pharynx; *d*, *d* zaadklieren; *e*, *e* *vasa deferentia*; *f* zaadblaas; *g* roede; *h* geslachtsopening; *i* scheede; *k* *receptaculum seminis*; *l* kiemstok; *m*, *m* dojerstokken; *n* eijerzak (*uterus*) met twee hartschalige eijeren.

Een dergelijk zeer eenvoudig maaksel van het darmkanaal wordt ook aangetroffen bij sommige Trematoden (b.v. *Aspidogaster*, *Gasterostomum*), maar in den regel hebben de soorten dezer groep en desgelijks die der Dendrocoele Turbellarien of Planarien een vertakt spijsverteringskanaal. Bij laatstgenoemden (fig. 272) bevindt zich de mondopening aan de buikzijde, gewoonlijk op eenigen afstand van het vooreinde, niet zelden in het midden. Daardoor kan meestal de pharynx als een slurp naar buiten worden gestulpt. Zijne

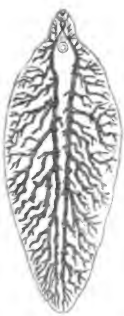
Fig. 272.



Spijsverteringstoestel van *Eurylepta sanguinolenta*. Naar GEGENBAUR. *o* mond; *p* pharynx; *v* maag; *gv* vertakkingen van de spijsverteringsholte; *n* zenuwknoopen.

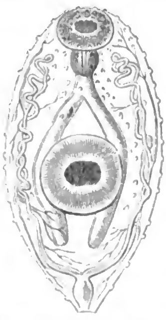
gedaante is dikwijls eenvoudig kegel-, buis- of tonvormig, als bij de Rhabdocoelen, maar somtijds splitst hij zich in voelervormige lobben. Deze pharynx is voor aanmerkelijke uitzetting vatbaar; zij heeft dikke gespierde wanden, en gaat, zelfs nog na afgesneden te zijn, voort zich zelfstandig te bewegen. Deze pharynx geleidt in eene holte in het middengedeelte van het gemeenlijk zeer platte ligchaam, en uit die holte ontspringen nu ter weerzijde een grooter of een kleiner getal van kanalen, die zich wederom in al naauwere en naauwere kanaaltjes boomsgewijs vertakken. Al deze kanalen verbreiden zich in het ligchaams-

Fig. 273.



Distoma hepaticum, met het vertakte darmkanaal.

Fig. 274.



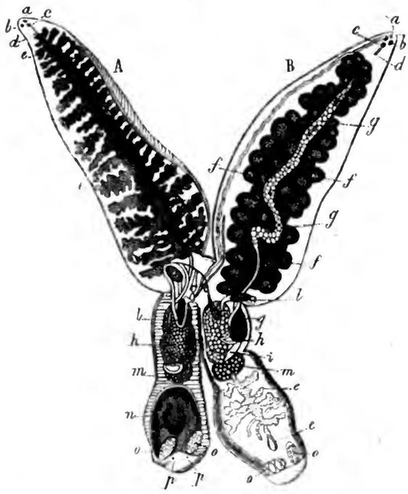
Distoma luteum, in jongen toestand, met darmkanaal en excretietoestel. Vergroot. Naar DE LA VALETTE.

parenchym en eindigen, even als de middenholte, blind. De omvang der laatste kan overigens zeer verschillen. Dan eens

is zij zeer groot, dan weder zeer klein en tot het voorste ligchaamsgedeelte beperkt. In het laatste geval (bij *Leptoplana*) ontspringen uit haar twee hoofdkanalen, die zich achterwaarts uitbreiden, onder het afgeven van zijdelingsche takken, en zich aan hun achtereinde vereenigen, terwijl bovendien nog een derde, korter kanaal zich voorwaarts uitstrekt.

Dit maaksel leidt tot dat hetwelk bij de parasitisch levende Trematoden regel is (fig. 273 en 274, vor. bl.). Bij hen is echter de mond meestal nabij het vooreinde des ligchaams geplaatst en omgeven van een zuignap. De slokdarm zwelt wel

Fig. 275.



Diplozoon paradoxum, vergroot, naar v. BENEDEN.

A. Individu waarin een gedeelte van het spijsverteringskanaal bewaard is.

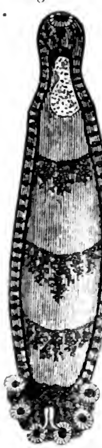
B. Na verwijdering van het spijsverteringskanaal in het voorste ligchaamsgedeelte.

a mond; *b* voorste zuignappen; *c* pharynx; *d* slokdarm; *e* spijsverteringskanaal; *f* dojerstok; *g* dojerleider, *h* kiemstok; *i* kiemleider; *l* eileider; *m* zaadklier; *n* achterste zuignap; *o* vasthechtingstoestel; *p* haakjes.

dikwijls ook tot een spierachtigen pharynx aan, maar deze is niet uitstulpbaar. Ook geleidt hij slechts zelden (bij *Diplozoon*, fig 275)in eene middenholte met daaruit ontspringende zijdelingsche kanalen. Meestal ontspringen uit het achtereinde des slokdarms vorksgewijs twee hoofdkanalen, die zich ter weerzijde naar de ligchaamszijden afbuigen en verder evenwijdig met dezen achterwaarts verloopen en blind eindigen.

Dikwijls echter ontspringen uit deze beide hoofdtakken wederom kleinere takken, en dan blijven niet zelden de eersten meer nabij elkander in het middengedeelte des ligchaams, terwijl, even als bij de Planariën, de zijdelingsche takken zich in de rigting der ligchaamsranden verbreiden (fig. 273). Ook hier komt het in verscheidene gevallen (*Polystoma*, fig. 276, e. a.) voor, dat de beide hoofdkanalen zich aan hun achtereinde vereenigen of dat zij bovendien nog door dwarstakken verbonden zijn. zoodat het kanalenstelsel tot een net wordt (*Thysanozoon*).

Fig. 276.



Polystoma integerrimum; vergroot. Naar PAGENSTECHER.

Zoowel bij de Planarien als bij de Trematoden is de binnenvlakte van dit holte- en kanalenstelsel bekleed met een epithelium. Ook zijn bij eenige soorten van beide afdeelingen meer of minder duidelijke sporen van eene spiervezellaag in den wand der kanalen gevonden (MAX SCHULTZE, KEFERSTEIN). Toch bestaat er tusschen dit stelsel en het gastrovasculair-stelsel der Coelenteraten (bl. 139) eene in het oog loopende overeenkomst. Wat voor dezen de straalsgewijs uit de als maag functioneerende ligchaamsholte ontspringende gastrovasculair-kanalen zijn, zijn voor de Planarien en Trematoden de zijdelingsche, zich in het ligchaamsparenchym verbreidende kanalen. Beiden voeren den chymus naar onderscheiden deelen des ligchaams en vervullen zoo de rol van een hier ontbrekend vaatstelsel. Wat het een-

voudige, onvertakte darmkanaal aangaat, zoo zoude zich dit kunnen laten vergelijken bij de ligchaamsholte van *Hydra* of van de voedingsindividu's der Siphonophoren.

Evenwel mogen wij, in weerwil dezer overeenkomst die de voor voeding bestemde organen aanbieden, de groote verschillen tusschen beide groepen niet voorbijzien, die zich niet enkel daarbij bepalen dat in de eene groep de deelen volgens den radialen, in de andere volgens den bilateralen typus geplaatst zijn; maar, — hetgeen van meer gewigt is, — het gastrovasculairstelsel der Planarien en der Trematoden is nimmer de zetel van de vorming der voorttelingsproducten, gelijk bij de Coelenteraten het geval is. Deze worden in eigene, bepaaldelijk daarvoor bestemde, vaak nog zeer zamengestelde organen gevormd, welke, even als de, beneden nader te vermelden, voor excretie bestemde kanalen, geheel afgescheiden van het spijsverteringskanaal en zijne aanhangsels zijn.

95. Aan dit maaksel van den spijsverteringstoestel der Rhabdocoele en Dendocoele Turbellarien en der Trematoden sluit zich datgene hetwelk bij de Hirudiniden wordt aangetroffen Hier eindigt de darm steeds met een aars aan de rugzijde van het achterste ligchaamseinde, boven of zeldzamer in het midden van een aldaar zich bevindenden zuignap. De steeds nabij of aan het ligchaamsvooreinde geplaatste mond is hetzij omgeven van een dergelijken zuignap, — en dan is de mondholte bij velen inwendig voorzien van drie, zelden twee plooijen, welker randen gechitiniseerd en dikwijls met tandjes bezet zijn (fig. 277 en 278), — of de zuignap ontbreekt, maar uit de mondopening kan een slurp treden (fig. 279). Het eerste herinnert de Trematoden, het

Fig. 277.



Vooreinde met de mondholte en kaken van *Hirudo medicinalis*.

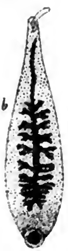
Fig. 278.



Een der kaken van *Hirudo medicinalis*, vergroot.

tweede vele Rhabdocoelen en Dendrocoelen. Ook in de gedaante van het darmkanaal ontmoet men deze gelijkenis. Slechts zelden is dit een regt doorloopende, tamelijk wijde buis; meestal bestaan daaraan zijdelingsche blindzakken (fig. 279, 280, 281, 282), in verschillend aantal (2—10 paren), waaronder gemeenlijk twee langere nabij het einde van het wijdere gedeelte van het spijsverteringskanaal, dat als een maagdarm kan worden beschouwd. In de meeste gevallen zijn die blindzakken onvertakt, maar bij eenigen, en wel juist bij diegenen (*Clepsine*, fig. 279) welke ook door het bezit van een slurp zich aan de Planariën sluiten, vertoonen zij zelven uitstulpingen, als beginsels eener verdere vertakking.

Fig. 279.



Clepsine paludosa, met slurp en doorschemerend darmkanaal, bij *b*.

Fig. 280.



Darmkanaal van *Aulostoma nigrescens*.

Fig. 281.



Darmkanaal van *Hemopis vorax*.

De wanden van den darm en van zijne verdere uitstulpingen zijn echter bij de Hirudiniden merkelijk zelfstandiger dan bij de

Fig. 282.



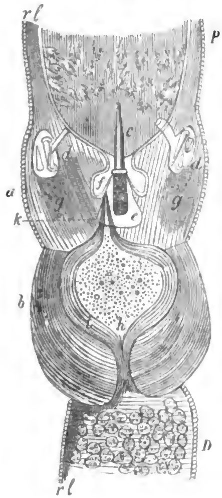
Planarien en Trematoden. Zij zijn van eenen duidelijken spierrok voorzien, en de zijdelingsche uitstulpingen zijn wijder en vervullen niet meer de rol van vaten, maar dienen alleen tot vergrooting van den omvang der holte die het voedsel opneemt. Een eigen vaatstelsel is hier trouwens aanwezig. Intusschen verdient het opmerking, dat, naarmate dit op eenen lageren trap staat, het maaksel van het spijsverteringkanaal meer tot dat van den gastrovasculairen toestel der Planariën nadert.

96. Terwijl bij de tot dusver beschouwde groepen eene afzonderlijke ligchaams- of ingewandenholte ontbreekt, maar het ligchaamsparenchym zich onmiddelijk aan den buitenwand van de spijsverteringsholte aansluit en zoo tevens het verband met den binnenwand van den huidspierzak daarstelt, treedt daarentegen in de nu volgende groepen zulk eene met vocht gevulde ruimte tusschen dezen en het spijsverteringskanaal op, dat dan door mesenteriaalplaten bevestigd wordt gehouden.

Zulk eene ingewandenholte bestaat reeds bij de Rhynchocoele Turbellarien of Nemertinen, die in dit en ook in eenige andere opzigten een band vormen tusschen de Plerelmien en Coelelmien.

Hirudo medicinalis, geopend van de buikzijde. Naar VAN BENEDEN.
ah voorste zuignap; *b* eerste buikzenuwknoop. *c*, *c*, *c* verdere buikknoopen; *d* laatste buikknoop; *f*, *f*, *f* verbindingstrengen der knoopen; *g*, *g*, *g* zenuwtakken die uit de knoopen ontspringen; *i* slokdarm; *k*, *k*, *k* blindzakken van den maagdarm; *m*, *m* achterste paar blindzakken, *p*, *p* darm; *q* endeldarm; *r*, *r*, *r* segmentaalorganen; *s* roede; *t* *epididymis*; A, A zaadleiders; B, B, B, B zaadklieren; D *uterus*, E, E eyerstokken; *v* *vulva*.

Fig. 283.



Slurp van *Borlasia mandelle*, ingetrokken, in den toestand van rust. Naar KEFERSTEIN D klierachtig gedeelte; P met papillen bezet gedeelte; *a* voorste gedeelte van den de stekels dragenden toestel; *b* achterste gedeelte daarvan; *c* priem; *dd* bijpriemen; *e* grondstuk van den priem; *f* instulping van de huid naast den priem; *g* pigment onder de bijpriempjes; *h* bulbusachtige aanzwelling van het uitlozingskanaal; *n* van het klierachtig gedeelte; *k* uitlozingskanaal naar de basis van den priem; *i* overlangsche spieren van het uitlozingskanaal; *l* overlangsche spieren van den slurp; *r* ringsgewijze spieren van dezen.

bepaaldelijk de Chaetophoren. Deze holte is hier echter zeer klein en alleen in het voorste ligchaamsgedeelte duidelijk in het oog vallend. De mond is aan de buikzijde, digt bij het vooreinde gelegen en is een overlangsche spleet, die toegang geeft tot den darm, welke regt door tot aan den zich aan het achtereinde des ligchaams openenden aars loopt. Langs zijne geheele lengte of alleen met uitzondering van zijn vooreinde is die darm voorien van ondiepe zijdelingsche uitzettingen. Aan het vooreinde van het spijsverteringskanaal zelve bevindt zich geenerlei grijpwerktuig, noch zuignap, noch kaken, noch slurp; maar in de onmiddellijke nabijheid daarvan is een eigendommelijke toestel (fig. 283) geplaatst, die uitstulpbaar is en daarom ook wel met den naam van slurp bestempeld wordt, doch niet in zamenhang met het spijsverteringskanaal staat en daarom geenszins aan den waren slurp van andere Wormen beantwoordt. Die toestel is een rolronde buis, niet zelden van aanmerkelijke lengte, welke zich gewoonlijk voor aan de spits van den kop, derhalve een eindwegs voor den mond, opent, en aan haar achtereinde door een tamelijk lange spier, welke voor de terugtrek-

king dient aan den ligchaamswand bevestigd is. In den toestand van rust ligt de slurp, meer of minder sterk gekromkeld en daardoor op een darmkanaal of een gedeelte daarvan gelijkende, in de ligchaamsholte Zijne uitstulping geschiedt door zamentrekking van den ligchaamswand, d. i. door drukking op het ligchaamsvocht, hetwelk dan den slurp naar buiten drijft. Alleen zijne voorste, inwendig met kleine tepeltjes bezette helft stulpt zich daarbij om en treedt door de opening naar buiten. De wand van den slurp bestaat uit een binnenste laag van kring- en een buitenste van lengte-spieren, welke laatste zich in de reeds genoemde terugtrekkende spier voortzetten.

Bij vele Nemertinen (*Nemertina enopla*) voegt zich tusschen het voorste uitstulpbare (P) en het achterste niet uitstulpbare gedeelte (D) des slurps eene derde afdeeling in, van geheel eigendommelijk maaksel. Deze derde afdeeling heeft merkelijk dikkere spierwanden, die een naar binnen springende kringvormige plooi vormen, waarin een uit chitinezelfstandigheid bestaande scherpe stekel of priem gevat is, welks spits vrij in de holte van den slurp uitsteekt, terwijl het achterste gedeelte, als een soort van greep, tusschen de binnenranden der plooi is ingeklemd. Stulpt zich de slurp om, dan komt deze priem aan zijn voorste uiteinde. In den toestand van rust, vormt de binnenhuid van den slurp rondom den priem eene zakachtige ruimte. Terzijde van den priem komen in de dikte van den wand twee. soms meer, zakjes voor. die zich door korte, wijde kanaaltjes in de holte van den slurp openen. In deze zakjes zijn eenige priempjes bevat, van geheel gelijke gedaante als de hoofdpriem, alleen kleiner. Zij vormen zich in eironde blaasjes. Achter de plaats waar de priem bevestigd is, is eene tamelijk groote holte gelegen, die eirond of peervormig is en zich achterwaarts opent in het achterste, niet uitstulpbaar gedeelte des slurps, en voorwaarts, volgens de ontdekking van Claparède, bevestigd door Keferstein, met een kort kanaaltje in de reeds genoemde kleine ruimte rondom het grondstuk van den priem. Daar de wanden

van deze holte met eene dikke epitheliumlaag zijn bekleed, even als ook die van het daarachter gelegen slurpgedeelte, zoo is het vermoeden, dat hierdoor eene giftige stof wordt afgescheiden, welke zich in de door den priem gemaakte wond uitstort, voorzeker allezins gewettigd. Veel minder zekerheid heeft men omtrent het lot en de beteekenis der priempjes, die in de zijdelingsche zakjes bevat zijn. Daaromtrent kunnen drieërlei meeningen worden geopperd, die elk hare voorstanders hebben gevonden. Volgens de eerste zouden deze bijpriemen bestemd zijn om de plaats in te nemen des hoofdpriems, wanneer deze afgebroken of versleten is (OERSTED 1), QUATREFAGES 2), MAX SCHULTZE 3). Anderen (FREY, LEUCKART 4) e. a.) houden dit niet voor waarschijnlijk, en CLAPARÈDE 5) meende zelfs dat het omgekeerde waarschijnlijker is, dat namelijk de afgebroken hoofdpriem in een der zijde-zakjes zoude vallen. KEFERSTEIN 6) eindelijk oordeelde dat er tusschen hoofdpriem en bijpriem geenerlei verband bestaat, omdat het niet zelden voorkomt, dat er onder de laatste zijn, die de eerste in grootte overtreffen. Wij onthouden ons van hetgeen voor en tegen deze verschillende meeningen pleit hier in nadere overweging te nemen, maar ontveinzen daarom toch niet dat het eerste en oudste gevoelen ons nog steeds het meest aannemelijke voorkomt.

Wat de morphologische beteekenis van dit opmerkelijk orgaan betreft, zoo verdienen de vroegere meeningen, alsof het een gedeelte van het darmkanaal of wel de darm zelf of eindelijk een generatie-orgaan zoude zijn, geene ernstige wederlegging meer. Het is zonder twijfel een eigen orgaan. Toch ontbreekt het onder de overige Wormen niet geheel aan deelen die daar-

1) *Entwurf einer systematischen Eintheilung und speciellen Beschreibung der Plattwürmer*, Copenhagen, 1844, p. 23.

2) *Annales des sciences naturelles*, *Zoologie*, 3me sér., 1846, T. VI p. 261.

3) *Beiträge zur Naturgeschichte der Turbellarien*, Greifswald 1851 p. 66.

4) *Beiträge zur Kenntniss wirbelloser Thiere*, Braunschweig 1847, p. 78.

5) *Etudes anatomiques sur les Annélides, Turbellariés etc., observées dans les Hébrides. Mém. de la Soc. de Phys. et d'Hist. natur. de Genève*, 1861 T. XVII part. 1e. pag. 149.

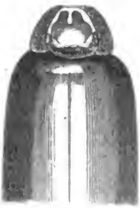
6) *Zeits. f. wiss. Zool.*, 1863, XII p. 74.

mede vergelijkbaar zijn. In werkelijkheid is deze slurp niet anders dan eene uitstulping van het vooreinde van den huidspierzak, die wel is waar in de meeste gevallen eene buitengewone lengte bereikt, maar toch bij eenigen (*Prorhynchus*) zich slechts als een korte blindzak vertoont. Een dergelijken, mede door den huidspierzak gevormden en soms zeer langen slurp treft men bij de Echiuriden (*Bonellia*, *Thalassema*) aan (zie bl. 376). Ook de merkelijk kortere slurp der Acanthocephalen komt daarmede overeen, ook in zooverre dat de chitine-haakjes, waarmede zijne oppervlakte bezet is, den chitine-priem der Nemertinen herinneren. Een dergelijke priem of boorwerktuig wordt aangetroffen aan het vooreinde van vele larven van Distomen (Cercarien). Deze priem kan wel is waar, evenmin als de ligchaamswand waaraan hij bevestigd is, worden ingestulpt, doch dit mag, om redenen die gemakkelijk worden ingezien, niet weerhouden dit deel als vergelijkbaar bij den zich steeds buitenwaarts keerenden priem der Nemertinen te beschouwen.

97. Alle Nematoden, slechts met uitzondering der reeds boven (bl. 352) vermelde geslachten *Mermis*, *Gordius* en *Sphaerularia*, bezitten een darmkanaal, dat zich aan het vooreinde des ligchaams met een mond, op eenigen afstand van het achtereinde met een aars opent (fig. 288 bl. 368). De mond, die gewoonlijk van papillen omgeven is, heeft bij eenigen (*Filaridae*) eenen eenvoudig ronden of elliptischen vorm; meestal (bij de *Ascaridae*) echter is hij van drie, soms ook twee, vier of zes lippen voorzien (fig. 284, 285). Weder bij anderen (*Cucullanus*, *Dochmius* e. a). geeft de mond toegang tot een napvormige chitine-kapsel (fig. 286), die inwendig hetzij glad is of tandjes in verschillenden vorm en aantal draagt, welke binnen de holte puilen, maar bij sommigen (*Sclerostomum*, fig. 287 bl. 368) in eenen ring rondom de mondopening geplaatst zijn en zoo een boortoestel uitmaken.

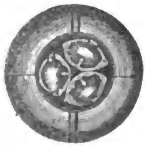
Het regt doorloopende spijsverteringskanaal scheidt zich altijd in twee hoofddeelen: den slokdarm en den darm, waarvan de

Fig. 284.



Kopeinde van *Ascaris lumbricoides*, met den lippentoestel, van de rugzijde gezien.

Fig. 285.



Mond met de lippen en papillen van *Ascaris lumbricoides*, van boven gezien. Naar LEUCKART.

Fig. 286.



Mondkapsel van *Dochmius duodenalis*, met de vier klaauwvormige tandjes langs den mondrand, en de drie spitse tanden bij den ingang van de pharynx. Naar LEUCKART.

laatste voor het grootste gedeelte uit den maag- of chyldarm bestaat, die in een korten endeldarm eindigt. Beide hoofdafdeelingen onderscheiden zich zeer door hun maaksel. De slokdarm is een zuigtoestel en vertoont zich als een buis van verschillende lengte, met dikke spierachtige wanden en eene naauwe holte, die doorgaans driehoekig op de doorsnede is. Door eenige mesenteriaaldraden is de slokdarm aan den ligchaamswand bevestigd. Bijna altijd heeft hij aan zijn achtereinde eene ei- of peervormige aanzwelling (*bulbus pharyngeus*), die als een soort van krop moet worden beschouwd (fig. 289 bl. 369). Soms voegt zich daarbij meer voorwaarts nog eene tweede. Het grootste gedeelte van den wand bestaat uit spiervezelen, die deels overlangs, deels straalsgewijs loopen, en waardoor de slokdarm kan verkort en verwijd worden. Inwendig is hij bekleed met eene cuticula, die de voortzetting is van de cuticula, welke het ligchaam uitwendig bedekt, en bij de vervelling tegelijk met deze afgeworpen wordt. Deze uit chitinezelfstandigheid bestaande cuticula verdikt zich, in de bovengenoemde aanzwelling, op bepaalde plaatsen, en zoo ontstaan daarin tandvormingen, die verschillenden gedaanten hebben: van stekels, plaatjes, knobbels, enz.

Fig. 287.



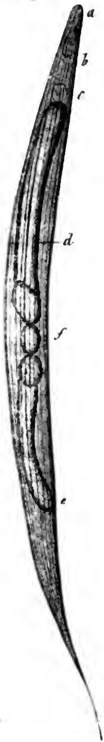
Kopeinde van *Sclerostomum armatum*. Naar SCHNEIDER.

Bij eenige kleine, vrij levende Nematoden (*Anguillula*, *Enoplus*) komt in het vooreinde van den slokdarm een stekel voor. Een dergelijke wordt bij *Mermis* en *Gordius* alleen in den embryonalen toestand gevonden.

In sommige gevallen (*Cucullanus*, vooral *Trichocephalus* en *Trichina*, fig. 290), bestaat de slokdarm nog uit twee afdeelingen, waarvan alleen de voorste en kleinere het zoo even geschetste maaksel heeft, terwijl de achterste, merkelijk langere afdeeling op regelmatige afstanden insnoeringen vertoont en bovendien de vezelige structuur mist, maar integendeel uit cellen is zamengesteld, langs welker binnenvlakte zich de chitine-buis voortzet.

Achterwaarts is de slokdarm steeds door eene insnoering van

Fig. 288.



Leptodera lirata. Sterk vergroot. Naar SCHNEIDER.

a mond; *b* slokdarm; *c* *bulbus pharyngeus*; *d* darm; *e* aars; *f* uterus.

Fig. 289.



Bulbus pharyngeus van *Oxyuris vermicularis.*

den darm gescheiden. Soms (bij eenige *Ascaris*-soorten) zet hij zich nog voorbij het punt, waar hij zich in den darm opent, als een blindzak voort. Gemeenlijk echter omvat het vooreinde van den darm als het ware het achtereinde van den slokdarm. De wand van den darm bestaat geheel uit eene cellenlaag, welke uit- en inwendig bekleed is met eene dunne structuurlooze cuticula. Alleen aan zijn achterste gedeelte komen bij eenigen aan de buitenzijde des darms ook spiervezelen voor. Een eigenlijk bindweefselhulsel ontbreekt, maar de darm is toch door eenige draden langs de zijdevelden bevestigd.

De korte endeldarm, waarin zich de maagdarm opent, is inwendig met chitine bekleed; daarnaast liggen in vele gevallen klieren, die ter zijde van den aars uitmonden.

Het spijsverteringskanaal der in de kleine groepen der *Pterhelminthes* (*Sagitta*) en der *Gasterotrichae* vereenigde soorten sluit zich in zijn maaksel het naast aan dat der Nematoden. (Verg. 1ste Afd. bl. 619 en 623).

Fig. 290.



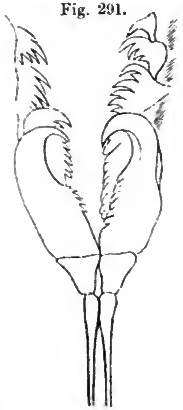
Geslachtsrijpe *Trichina spiralis*, A wijfje, B mannetje. Sterk vergroot.

98. In de orde der Chaetophoren, die der ware Anneliden of Ringvormen, verkondigt zich de zamenstelling van het ligchaam uit achter elkander gelegen segmenten of metameren ook ten duidelijkste in het maaksel van het spijsverteringskanaal, inzonderheid in de wijze waarop het in de ligchaamsholte bevestigd is door de overdwarse tusschenschotten (*septa*), die eensdeels met zijne buitenvlakte, anderdeels met de binnenvlakte van den huidspierzak verbonden zijn, en waardoor aan het spijsverteringskanaal insnoeringen ontstaan ter plaatse waar de segmenten met elkander zamenhangen. Deze tusschenschotten bestaan niet enkel uit voortzettingen van het buikvlies dat de binnenvlakte van den huidspierzak bekleedt, maar bovendien uit spiervezelen, die zich van den spierzak van het darmkanaal naar de spierlaag van den huidspierzak uitstrekken. Men kan derhalve die tusschenschotten niet als eenvoudige mesenteriaalplaten beschouwen; alleen hunne naar de holten der afzonderlijke segmenten toegekeerde bindweefselplaten, waartusschen de spiervezelen gelegen zijn, beantwoorden daaraan. In werkelijkheid stelt dit maaksel echter geen geheel op zich zelf staande uitzondering daar. De in verscheidene andere afdeelingen der Wormen en der Weekdieren aan het vooreinde van het spijsverteringskanaal ingeplante terugtrekkende spieren (*musculi retractores*) zijn daarmede vergelijkbaar. Het verschil is eigenlijk alleen hierin gelegen, dat in zulke gevallen slechts op een enkel punt dit verband tusschen de beide spierrokken tot stand komt, terwijl het daarentegen bij de Chaetophoren in alle of althans in het meerendeel der segmenten bestaat.

Overigens ontbreekt het in deze orde, in weerwil van groote algemeene overeenkomst, toch ook niet aan vele verschillen, door de talrijke soorten nog in het maaksel van het spijsverteringskanaal aangeboden. Steeds begint het met een digt bij het vooreinde, aan de buikzijde des ligchaams gelegen mond, en eindigt met eenen zich aan de rugzijde van het laatste segment openenden aars. Meestal strekt het zich als een regt doorloopende

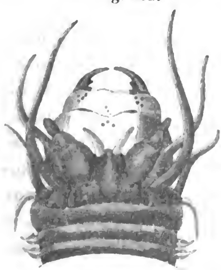
buis, zonder windingen, van het eene naar het andere einde uit, doch bij eenigen (*Aphrodite*, *Euphrosyne*, *Pectinaria* e. a.) maakt deze een of meer kronkelingen (fig. 296 bl. 374). Het voorste gedeelte, dat in zijn geheel als slokdarm moet worden beschouwd, kan nog meer of minder zamengesteld zijn. Bij *Terebella*, *Serpula* en verwante vormen is het een eenvoudige buis met dunne wanden, die slechts een toegangskanaal voor de spijs is. Gewoonlijk echter scheidt zich de slokdarm nog in twee of drie afdeelingen, die elk een eigen maaksel hebben en dan ook wel met bijzondere namen door verschillende schrijvers bestempeld zijn. De belangrijkste wijzigingen grijpen plaats in zijn middengedeelte. De wanden verkrijgen op dit punt eene grootere dikte, waaraan vooral de spierlaag deel neemt, en de binnenvlakte wordt de zitplaats van naar binnen puilende papillen of van uit chitine-zelfstandigheid bestaande platen, die dikwerf den vorm van haken hebben, met omgebogen spitsen en al of niet getande binnenranden fig. 291). Het getal dezer tandplaten verschilt in de onderscheidene familien. Het bedraagt drie tot vier achterwaarts in grootte toenemende paren, en een onparige achterste plaat bij de *Eunicea* en *Lumbrineria*; twee paren bij *Polynoë*; een paar groote, gevolgd door een of meer

Fig. 291.



Tandplaten van *Oenone maculosa*.

Fig. 292.

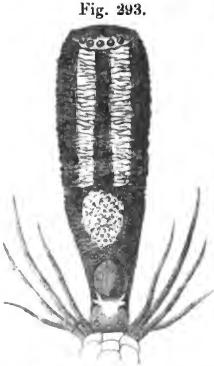


Kop van *Nereis margaritacea*.

paren kleinere bij de *Nereidea*, een enkel paar bij de *Nephtydia*, terwijl bij de *Syllidea* slechts een enkele priemvormige tand in de middenas geplaatst is. Bij het meerendeel der familien ontbreken echter zulke tandplaten.

In zeer vele gevallen kan dit gedeelte van den slokdarm om en door de mondopening heen naar buiten uitgestulpt worden, zoodat het zich als een slurp vertoont. Ten aanzien dezer uitstulpbaarheid bestaan echter nog velerlei graden. Terwijl zij bij eenigen, b. v. bij *Arenicola*, *Lumbricus* enz., zeer gering is, kan de slurp daarentegen bij anderen, bv. bij *Phyllodoce* (fig. 293) *Alciope*, *Glycera* e. a. eene aanmerkelijke lengte bereiken. Is het inwendige van het uitstulpbaar gedeelte des slokdarms met tandplaten bezet, dan worden deze bij de uitstulping buitenwaarts gekeerd, en wanneer deze tandplaten, zoo als bij de Nereiden, (fig. 292) haakvormig zijn, dan vertoonen zij in dien toestand eene bedriegelijke overeenkomst met de kaken van Insekten of Myriapoden. Dat echter beiderlei deelen morphologisch geheel verschillend zijn, blijkt uit de plaats waar zij zich vormen. Alle monddeelen van Gelede dieren ontstaan, even als de overige ledematen, aan de buitenvlakte des ligchaams; de haak- en tandplaten der Chaetophoren nemen daarentegen haren oorsprong aan de binnenvlakte van den slokdarm en zijn alleen vergelijkbaar met andere dergelijke chitinevormingen in de voor- of kaauwmaag van vele Crustaceeën en Insekten. Ook worden deze schijnbare kaken niet, zoo als de monddeelen der Arthrozoën, door eigene spieren bewogen, maar zij wijken bij de uitstulping uiteen, om bij de instulping weder tot elkander te naderen, en maken zoo een soort van tangtoestel tot het grijpen der prooi uit.

Fig. 293.



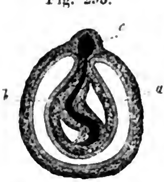
Kop met uitgestulpten slurp van *Phyllodoce laminosa*.

Fig. 294.



Vooreinde van het spijsverteringskanaal van *Lumbricus*; naar RAY LANKESTER. *a* pharynx; *bb* slokdarm; *c* krop; *d* spiermaag; *e* begin van den maagdarm; *f* kalkkliertjes.

Fig. 295.



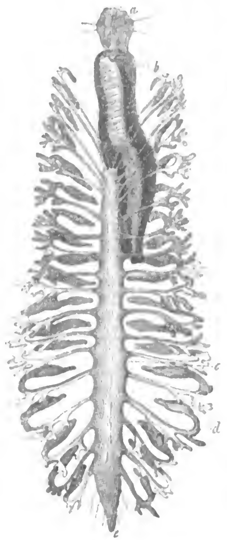
Doorsnede van het darmkanaal van *Lumbricus*; naar CLAPARÈDE. *a* darmholte; *b*. naar binnen springende plooi; *c* rugvat.

Voor de uit- en instulping des slurps dienen bijzondere spieren, die aan zijn voor- en achtereinde zijn ingeplant. Bij de uitstulping werkt echter ook de zamentrekking van den huidspierzak mede, waardoor het ligchaamsvocht naar voren gedreven wordt.

Het achterste gedeelte des slokdarms vertoont zich dikwijls als eene eigene kortere of langere aanzwelling, die door eene insnoering van de daarvoor en daarachter gelegen gedeelten des spijsverteringskanaals gescheiden is. Dit gedeelte, dat zich door zijne dikke spierachtige wanden onderscheidt en vooral bij *Lumbricus* tot krachtige ontwikkeling komt (fig.294*d*), wordt gewoonlijk met den naam van spiermaag aangeduid.

De eigenlijke maag is, zoo als bij zoo vele andere Wormen ook het geval is, met den darm zamengesmolten tot een maagdarm. Deze vertoont gewoonlijk regelmatig afwisselende insnoeringen en uitzettingen in de achter elkander gelegen segmenten, maar zelden worden deze uitzettingen tot ware blindzakken. In hooge mate is dit laatste echter het geval bij *Aphrodite* (fig. 296 volg. bl.), waar ter weerzijde uit den, in verhouding tot het betrekkelijk zeer breede ligchaam, naauwen darm, talrijke buizen ontspringen, die zich, aan hare uiteinden, nog in eenige blind eindigende takjes splitsen. Dergelijke zich vertakkende blindzakken worden ook bij het eigenlijk nergens in het stelsel geheel op zijne plaats zijnde geslacht *Myzostoma* aangetroffen. (Verg. 1ste

Fig. 296.



Darmkanaal van *Aphrodite aculeata*. *a* mond; *b* slokdarm; *c* maagdarm; *d* de daaruit ontspringende vertakte blinde buizen; *e* aars.

Afd. bl. 357 en 665). Door deze inrigting, welke deels de blindzakken aan den darm der Bloedzuigers (bl. 361), deels het vertakte darmkanaal der Planarien en der Trematoden (bl. 357), deels de diffuse lever der Aeoliden (bl. 286) herinnert, doch zonder met een van dezen geheel overeentestemmen, wordt blijkbaar de afscheidende en opslorpende oppervlakte van den darm vergroot.

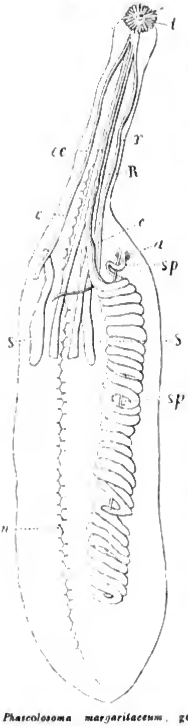
Op eene geheel daarvan afwijkende wijze geschiedt deze vergrooting der werkzame oppervlakte in den darm van *Lumbricus* (fig. 295 bl. 373). Hier strekt zich door de geheele lengte des darms eene van zijne rugvlakte ontspringende plooi uit, die nagenoeg rolrond is en, daar zij op verscheidene punten bijna den tegenoverliggenden wand bereikt, eenigermate de vroeger door Willis daaraan gegeven benaming van *intestinum in intestino* regtvaardigt. Morren noemde dit deel *typhlosolis*. Intusschen is het in werkelijkheid niet anders dan een dier menigvuldige plooivormingen, die wel is waar zeer zelden in het darmkanaal van Ongewervelde dieren, maar des te vaker in dat der Gewervelden optreden. (Verg. Dl. II. 2de Afd. bl. 301 en volg.). De nagenoeg rolronde gedaante der plooi wordt teweeggebragt doordat zich aan de rugzijde daarin een gedeelte van de beneden nader te vermelden zoogenaamde lever voortzet Bovendien treden in deze plooi zeer talrijke vaattakken uit het daarboven verloopend rugvat.

Algemeen heeft de wand van het spijsverteringskanaal der Chaetophoren eene buitenste laag van overlangsche en eene binnenste van dwarse of kringspieren, die echter nog in zeer ongelijke mate in verschillende gevallen ontwikkeld zijn. Tusschen den spierrok en het epithelium bevindt zich eene vaatlaag. Het epithelium is dikwijls plaatselijk van trilcilien voorzien.

99. De spijsverteringstoestel der Gephyreën wijkt in menigerlei opzigt van dien van alle overige Wormen af en verschilt zelfs zeer bij de onderscheidene soorten dezer orde.

Ook zij hebben een slurp genoemd deel, doch dat volstrekt niet vergelijkbaar is bij den tot het spijsverteringskanaal behoorenden slurp van vele Chaetophoren, daar het eene voorwaartsche voortzetting van den huidspierzak is. Dit deel vertoont nog tweederlei maaksel. Bij eenigen (*Sipunculidae*, fig. 397 volg. bl.) is de mondopening aan zijn vooreinde geplaatst en kan dan de slurp door eigene *musculi retractores* in de steeds ruime ligchaamsholte worden teruggetrokken, terwijl de uitstulping geschiedt door zamentrekking van den ligchaamswand en door de drukking, die daardoor op het ligchaamsvocht wordt uitgeoefend. Bij anderen (*Echiuridae*, fig. 298) opent zich de mond aan de basis van den slurp, en dan kan deze, door de werking der lengtespieren in zijn wand, wel verkort maar niet in de ligchaamsholte terug getrokken worden. De slurp is derhalve in dit geval veeleer een soort van snuit. Deze kan bij eenigen (*Bonellia*, *Thalassema*) eene zeer groote lengte bereiken en vertoont aan zijne ondervlakte eene overlangs loopende gootvormige groeve, die zich (bij *Bonellia*) in twee eindlobben of lippen voortzet. Dit maaksel nu wordt bij eenige Sipunculiden (*Phascolosoma*) in den larventoestand teruggevonden, onder de gedaante van twee betrekkelijk groote lippen, die aan de rugzijde vóór de mondopening als een soort van kopscherm uitsteken; en hierdoor wordt aldus een band tusschen de beide, oogenschijnlijk zeer onderscheidene groepen der Gephyreën daargesteld.

Fig. 297.

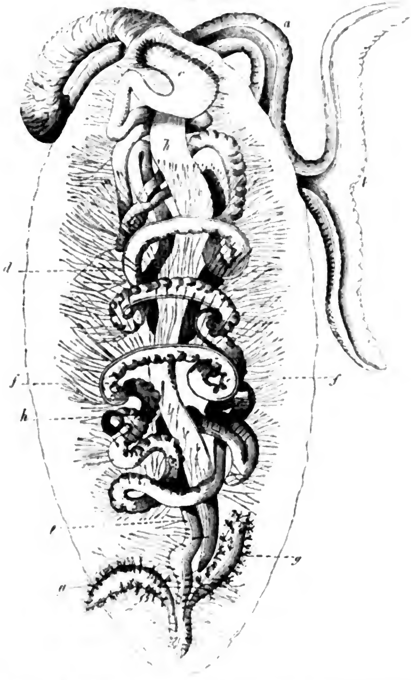


Phascolosoma margaritaceum, geopend, naar KEFERSTEIN.

oe slokdarm; *a* aars; *sp*, *sp* spilspier, rondom welke het darmkanaal gewonden is; *r* *retractor dorsalis*, *Retractor ventralis*; *cc* zamentrekbare buizen; SS segmentaalorganen; *m* mond *t* voelers; *n* buikzenuwstreng.

Het spijsverteringskanaal is bij de dieren dezer orde slechts los bevestigd aan den ligchaamswand, door eenige mesenteriaaldraden, in grooter of kleiner aantal, maar niet door plaatvormige vliezen of tusschenschotten, gelijk bij de Chaetophoren. Alleen in zeldzame gevallen (bij *Phascolosoma cumanense*, volgens KEFERSTEIN) zijn sporen van zulke tusschenschotten in het achtereinde des ligchaams waarneembaar. Bij eenigen (*Priapulus*) is het darmkanaal zeer kort en evenaart zelfs de lengte des ligchaams niet, daar het regt doorloopt en op eenigen afstand van het ligchaamseinde, zich met een aars aan de rugzijde opent. De meesten echter hebben een lang darmkanaal, dat een grooter of kleiner getal van heen en weder gaande of spiraalsgewijs loopende windingen maakt en hetzij (bij *Echiurus*, *Sternaspis*, *Bonellia*, *Thalassema*) aan het achtereinde des ligchaams met een aars eindigt, of wel (bij *Sipunculus*, *Phascolosoma*) zich nabij het achtereinde lisgewijs ombuigt en dan nogmaals in spiraalsgewijze windingen zich wederom naar voren begeeft naar den aars, die zich op korten afstand van het ligchaamsvooreinde opent (fig. 297). In dit geval omkronkelen de beide afdeelingen van den darm, de voorste en de achterste, elkander, terwijl in

Fig. 298.



Bonellia viridis, van de rugzijde geopend. Naar LACAZE-DUTHIERS.
a slurp; *b* zijne eindlobben; *c* slokdarm; *d* gewonden darmkanaal; *e* endeldarm; *f* mesenterialdraden; *gg* excretie-organen; *h* eileider.

de as of spil der gezamenlijke kronkelingen een spier gelegen is, die zich bij eenigen van den aars tot aan het achterste gedeelte van den ligchaamswand uitstrekt (KEFERSTEIN).

In het algemeen heeft de spijsverteringsbuis eene rolronde gedaante, zonder plaatselijke verwijdingen. Bij *Bonellia* komen

echter aan haar middengedeelte, den maagdarm, een aantal uitstulpingen voor (fig. 298), gelijk aan die welke men aan den karteldarm der Zoogdieren aantreft. Het voorste gedeelte, de slokdarm of het slokdarmhoofd (*pharynx*), heeft dikkere spierachtige wanden, en bij *Priapulus* is de binnenvlakte daarvan met rijen van chitine-tandjes bezet (fig. 299).

Fig. 299.



Geopende slurp, slokdarm en begin van den darm van *Priapulus caudatus* Naar Ehlers.

Zoowel de uit- als de inwendige oppervlakte des darmkanaals is met een trilepithelum bekleed.

100. **Bijkomende organen**, die voor de spijsvertering dienstige vochten afscheiden en met de speekselklieren en de lever van andere dieren vergelijkbaar zijn, worden in de afdeeling der Wormen slechts zelden aangetroffen. Echter zijn bij de Rhabdocoele Turbellarien (Max-Schultze), de Nematoden (Schneider) en de Hirudiniden kleine klieren waargenomen, die zich in de mondholte of in den slokdarm openen en als speekselklieren kunnen geduid worden. Het grootst en het talrijkst zijn zij bij laatstgenoemden. Ook bij eenige Chaetophoren monden in het achterste gedeelte des slokdarms een paar klierachtige deelen, die hetzij (bij de *Syllidea*) de gedaante van korte blinddarmpjes, of (bij de *Nereidea*) een lobbig maaksel hebben. Bij *Lumbricus* is het achterste gedeelte des slokdarms voorzien van drie paren zijdelingsche verdikkingen (fig. 294 bl. 373), waarvan het voorste het grootste is. Deze deelen hebben een bladerig maaksel, en daarin wordt koolzure kalk afgescheiden, deels onder den vorm van rhomboëdrische kristallen, deels onder dien van ronde ligchaampjes (Lankester, Claparède). Welke de physiologische beteekenis is dezer kalkzakjes of kalkkliertjes, is geheel onbekend.

Wat de lever betreft, zoo wordt dikwijls het darmepithelium, omdat het meestal eene donkere (gele, groene of bruine) kleu-

ring vertoont, met dien naam bestempeld, maar gelijk in andere dergelijke gevallen ten onregte. Waar echter bepaalde gedeelten van het darmkanaal zich van het overige afscheiden, als naauwe, zich soms nog vertakkende buizen, gelijk bij de Dendrocoele Turbellariën, de meeste Trematoden en ook bij *Aphrodite* het geval is (bl. 357 en 374), en de afscheidende oppervlakte aldus vergroot wordt, kan men in twijfel staan, in hoeverre zich zulke gedeelten bij een lever laten vergelijken. En inderdaad bestaat er grond tot zulk eene vergelijking, wanneer men bedenkt dat ook bij eenige Mollusken (de *Aeolididae*) zich de lever als van het darmkanaal uitgaande en verspreide takken vertoont (bl. 286) en zelfs ook bij de Gewervelde dieren althans een gedeelte der lever (de primitieve levergangen) zich vormt als uitstulpingen van den darm (Dl. II 2de Afd. bl. 714).

Er is nog een eigen, uit gekleurde cellen bestaand deel, dat bij verscheidene Chaetophoren voorkomt, maar inzonderheid bij de Oligochaeten (*Lumbricus*, *Tubifex* e. a.) ontwikkeld is, en waarin velen een lever hebben willen erkennen. Het vormt een groenachtig geel gekleurd bekleedsel aan de rugzijde des maagdarms, dat zich bij *Lumbricus* rondom het grootste gedeelte des darms uitbreidt, zoodat het dezen niet alleen als een koker omhult, maar zich ook in de holte van de boven (bl. 375) genoemde darmplooi voorzet. Met de holte van het darmkanaal staat dit orgaan op geenerlei wijze door uitlozingskanalen in gemeenschap, en het kan derhalve ook niet de beteekenis van een lever of van een met de spijsvertering regtstreeks in verband staande klier hebben. Dit blijkt nog nader daaruit, dat zijn middengedeelte het rugvat en de daarvan uitgaande takken omgeeft en bekleedt, waaruit men met waarschijnlijkheid besluiten mag dat dit orgaan veeleer vergelijkbaar is bij de bloedvaat- of lymphklieren der Gewervelde dieren (Dl. II. 2de Afd. bl. 384) en derhalve tot de bloedbereiding in betrekking staat.

Bloedvaatstelsel.

Er zijn verscheidene groepen van Wormen, bij welke elk spoor van een bloedvaatstelsel ontbreekt. Het vocht, dat de tusschenruimten der weefsels en der organen vult, kan dan slechts hetzij als een voedingsvocht of als chyl, lympha of ligchaamsvocht worden beschouwd. Het wordt door de zamentrekkingen van den huidspierzak van de eene plaats naar de andere gedreven, en waar het zich langs min of meer vaste banen beweegt, geschiedt zulks door beweging van trilhaartjes, waarmede de oppervlakte der organen, die er door bespoeld worden, in eenige gevallen bezet is. Dikwijls bevat het kleine celachtige deelen, die echter wel niet anders dan als afkomstig van die organen zelve kunnen beschouwd worden.

Zulke een bloedvaatstelsel geheel missende Wormen worden onder de beide hoofdafdeelingen der Wormen aangetroffen. Onder de *Plerelmia* zijn het de Cestoden, de Trematoden, alsmede de Rhabdocoele en Dendrocoele Turbellariën; onder de *Coelelmia*: de Nematoden en de Acanthocephalen. Wel is waar hebben sommigen gemeend ook in soorten dezer afdeelingen een bloedvaatstelsel te herkennen, doch het is gebleken, dat de vaten, die men daarvoor had aangezien en die werkelijk soms zich even als bloedvaten taks- en netsgewijs door het ligchaam en eenige zijner deelen verbreiden, tot het stelsel van excretorische organen behooren, dat wij beneden nader zullen beschouwen.

Daarentegen zijn er een aantal andere groepen van Wormen, die in het bezit zijn van een waar bloedvaatstelsel. Daartoe behooren, onder de *Plerelmia*, de Nemertinen of Rhynchocoele Turbellariën en de Hirudiniden, en, onder de *Coelelmia*, de Chaetophoren, de Gephyreën, de Onychophoren en de Enterobranchien.

Reeds de kleur doet doorgaans het in de vaten bevatte bloed van het ligchaamsvocht onderscheiden. Zeer dikwijls is het rood, zeldzamer geel, groen of blaauwachtig gekleurd, en die kleur

is meestal eigen aan het bloedvocht zelve, terwijl dan de kleine, daarin drijvende ligchaampjes kleurloos zijn. Echter kent men ook eenige gevallen, waarin de kleurstof in deze laatste bevat is.

Hoe groote verschillen nu ook in het maaksel van dit bloedvaatstelsel optreden, zoo vertoont het toch bij alle Wormen, die het bezitten, iets gemeenschappelijks, waardoor het zich op meer of min kenmerkende wijze onderscheidt van het bloedvaatstelsel in andere afdeelingen des dierenrijks. Dit kenmerkende bestaat vooral daarin, dat een aanmerkelijk gedeelte van het bloed steeds bevat is in overlangs loopende vaatstammen, die onderling in verband staan, en wel in dier voege dat het bloed, deels van achteren naar voren, deels van voren naar achteren daarin stroomende en zich onder weg door een grooter of kleiner getal van daaruit ontspringende takjes naar de verschillende organen begevende en hieruit terugkeerende, een (met uitzondering der beneden nader te vermelden gevallen) gesloten, d. i. in zich zelven terugkeerenden kringloop beschrijft. Deze rondstrooming is het gevolg van de zamentrekbaarheid der wanden van een of meer dezer vaatstammen, ten gevolge waarvan het bloed in eene bepaalde rigting wordt voortgestuwd. In eenige gevallen vertoonen deze vaatstammen ook wel plaatselijke verwijdingen, die zich rythmisch zamentrekken en dan ook wel met den naam van h a r t worden bestempeld. Zulke meer of min zakvormige verwijdingen ontbreken echter niet alleen meestal, maar waar zij voorkomen, worden zij geenszins op zoo vaste plaatsen aangetroffen als met het hart der Weekdieren en der Gewervelde dieren het geval is, zoodat er niet, gelijk bij dezen, van een eigenlijk centraaldeel des bloedsomloops sprake kan zijn, dan in die bijzondere gevallen, waar zich zulk een deel meer dan elders gedifferentieerd heeft. Vandaar dan ook dat de anders gebruikelijke benamingen van slagaderen en aderen in vele gevallen hier minder toepasselijk zijn.

Het getal der overlangs loopende hoofdvaatstammen kan verschillen. Minstens zijn er twee, waarvan een aan de rugzijde,

boven het darmkanaal in de middellijn verloopt, en daarom rugvat heet, terwijl een tweede, het buikvat, zich in gelijke rigting onder het darmkanaal uitstrekt. Het laatste kan echter ontbreken of door een bloedboesem (*sinus*) vervangen worden, welke dan de buikzenuwstreng, soms bovendien ook nog het darmkanaal insluit. Doch in dit geval zijn er altijd twee zijdelingsche vaatstammen aanwezig, die ter weerzijde nabij de ligchaamszijden gelegen zijn. Het getal der overlangs loopende vaten kan echter toenemen, en wel op tweederlei wijze. Vooreerst namelijk kan een der hoofdvaatstammen zich door splitsing verdubbelen, hetzij over zijne geheele lengte of in zekere ligchaamssegmenten. In de tweede plaats kunnen zich bij de hoofdvaatstammen ook nog andere overlangs loopende vaten voegen, ontstaan door de zamenvloeijing van kleinere vaattakken tot een gemeenschappelijk vat, waaruit zich dan weder takken naar een der hoofdstammen begeven.

De overlangs loopende vaatstammen staan onderling in gemeenschap, deels aan de beide ligchaamseinden, deels door overdwarse verbindingstakken. In vele gevallen lossen zich deze op in fijne vaatnetten voor de verschillende organen, op eene dergelijke wijze als ook de aortabogen der Visschen, door gedeeltelijke oplossing in een haarvatennet, het vaatstelsel inde kieuwen vormen (Dl. II, 2de Afd., bl. 353). Inderdaad laten zich de overdwarse verbindingstakken, inzonderheid die tusschen het rug- en het buikvat (fig. 301 bl. 386), tot op zekere hoogte vergelijken bij de aortabogen der Gewervelde dieren. Intusschen bestaat er toch een zeer belangrijk verschil. Waar men namelijk gelegenheid heeft, hetzij door de kleinheid van het voorwerp of door de doorschijnendheid der huidbekleedselen, de rigting van den bloedstroom te zien, neemt men waar, dat het bloed in het rugvat van achteren naar voren en in het buikvat van voren naar achteren stroomt. Het rugvat is zamentrekbaar, het buikvat bijna nimmer. Het eerste ontvangt het aderlijke bloed uit de wanden van het darmkanaal en vervult derhalve de rol

van een holle ader en tevens van een hart. Doch deze deelen zijn bij de Gewervelde dieren aan de buikzijde gelegen, terwijl daarentegen de met het buikvat vergelijkbare aorta langs de rugzijde verloopt. De verhouding is dus juist eene omgekeerde, even trouwens als de plaats die de buikzenuwstreng, vergeleken met het ruggemerg, inneemt.

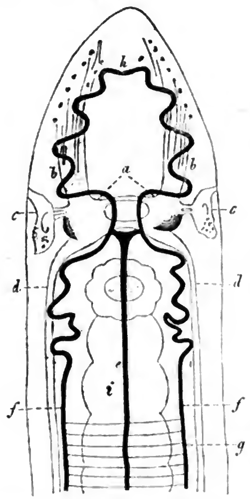
Door de talrijke onderzoekingen van WEBER, RATHKE, BRANDT, MILNE EDWARDS, QUATREFAGES, LEYDIG, CLAPARÈDE, BLANCHARD, GRATIOLET, KEFERSTEIN, MECZNIKOW e. a., is de inrigting van het bloedvaatstelsel bij een vrij groot aantal soorten uit de verschillende orden dezer afdeeling naauwkeurig bekend. Wanneer men de uitkomsten dezer onderzoekingen onderling vergelijkt, dan blijkt dat, met behoud van het boven geschetste algemeene plan, toch in elke groep zekere wijzigingen optreden, waardoor de bloedvaatverdeeling in overeenstemming is met de overige verschillen in de organisatie. Zonder ons hier in te vele bijzonderheden te begeven, willen wij hier slechts de hoofdpunten aanstippen, die meer of minder kenmerkend voor bepaalde groepen van Wormen zijn.

102. Op den laagsten trap staat het bloedvaatstelsel der Nemertinen. Hier bestaat het (fig. 300 volg. bl.) uit drie vaatstammen: een rugvat en twee zijdevaten, die in de nabijheid van den bovenslokdarmzenuwknoop en aan het ligchaamsachtereinde met elkander in verbinding staan. De zijdevaten hebben een slingerend beloop, vooral in het kopgedeelte, waar zij zich tot een lis vereenigen. Het rugvat is daarentegen meer gestrekt. Alle drie deze vaten zijn contractiel. Het bloed, dat soms (bij *Borlasia splendida*, volgens KEFERSTEIN) rood gekleurde bloedligchaampjes bevat, stroomt in het rugvat naar voren en in de zijdevaten naar achteren. Bij eenige grootere soorten zijn tusschen de zijdevaten en het rugvat ook fijne dwarse verbindingstakken aangetroffen.

Meestal zijn de zijdevaten nabij de zijdelingsche randen, on-

geveer in hetzelfde vlak als het rugvat, soms zelfs nog iets daarboven gelegen. In eenige gevallen echter (bij *Cerebratulus marginatus*, volgens Keferstein) naderen de zijdevaten tot elkander aan de buikzijde des diers, zoodat zij daar nog slechts door eene kleine ruimte van elkander gescheiden zijn. Hierin en in de omstandigheid dat het bloed zich in deze vaten van voren naar achteren beweegt, kan men eenen grond vinden om de beide zijdevaten der Nemertinen als de vertegenwoordigers van het buikvat der Chaetophoren te beschouwen. Er zoude, om beide vormen tot elkander te herleiden, eene zamensmelting der beide zijdevaten in de middellijn moeten plaats grijpen, op eene dergelijke wijze als ook de beide zijdelingsche afdeelingen van de buikzenuwstreng, die bij de Nemertinen elk afzonderlijk langs de ligchaamszijden gelegen zijn, bij de hoogere Wormen tot een enkele streng versmelten.

Fig. 300.



Kopeinde van *Borlasia anglica*. Half schematisch Naar Keferstein.

a Zenuwknoopen; *bb* takken naar de oogstippen; *cc* zijdeorganen; *dd* zijdelingsche zenuwstammen; *e* rugvat; *ff* zijdevaten; *g* vaatbogen; *h* voorste verbindingslis; *i* spijsverteringskanaal.

103. Intusschen is er nog een ander standpunt, waarop men zich plaatsen kan.

Men zoude namelijk het bloedvaatstelsel der Nemertinen als vergelijkbaar met dat der Hirudiniden kunnen beschouwen. Ook

deze hebben namelijk een **rugvat** en twee **zijdevaten**, doch eene nadere beschouwing leert, dat deze laatste bezwaarlijk als beantwoordende aan de zijdevaten der Nemertinen kunnen worden aangemerkt. Bij de genoemde drie vaatstammen, die alle contractiel zijn, voegt zich in de orde der Hirudiniden een overlangs in het midden gelegen en van eigene wanden voorziene bloedboezem, doch die niet contractiel is en bij onderscheidene soorten eene verschillende ruimte inneemt. Bij *Clepsine* omgeeft deze middelboezem de buikzenuwstreng, het darmkanaal en het rugvat; bij *Piscicola* heeft de middelboezem zich in twee boezems gesplitst, waarvan de eene om het rugvat gelegen is, terwijl de andere de buikzenuwstreng en het darmkanaal insluit; bij de hoogste vormen eindelijk, *Hirudo* en verwanten, is alleen het buikgedeelte van den middelboezem overgebleven, namelijk datgene waarin de buikzenuwstreng gelegen is. Dit heeft dan de gedaante van een vat aangenomen en wordt dan ook gewoonlijk **buikvat** genoemd.

De beide zijdevaten zijn, althans in hun voorste gedeelte, door dwarse anastomosen onderling verbonden. Ook in het achterste gedeelte kan dit verband nog tot stand komen, door tusschenkomst van een haarvatennet, waarin de zijdelings uit de zijvaten komende takken monden. Elk der zijdevaten geeft voorts nog andere takken af, die in den buiksinus monden, maar bij de hoogere soorten onderweg een fijn haarvatennet voor de segmentaalorganen en de zaadklieren vormen. Met het buikvat staat ook het rugvat, dat het bloed uit het darmkanaal, waarop het ligt, opneemt, aan zijn vooreinde in meer of minder regtstreeksch verband, namelijk hetzij door eenige dwarse vaattakken (*Branchiobdella*, *Piscicola* e. a.) of, langs eenen langeren omweg, door een zich in de huid verbreidend vaatnet, dat zijn oorsprong neemt uit dwarstakken, die op regelmatige afstanden uit het rugvat komen (*Hirudo*). Bovendien bevinden zich bij allen in het achtereinde des diers, in den achtersten zuignap, eenige vaatlissen, waardoor het rugvat en het buikvat met elkander

in gemeenschap staan. Tusschen het rugvat en de beide zijdevaten bestaat daarentegen geen regtstreeksch verband, zooals bij de Nemertinen, maar dit verband wordt alleen daargesteld door tusschenkomst van den buiksinus of van haarvaatnetten, die zich uit deelen daarvan ontwikkeld hebben en zich, bij de hoogere soorten, deels in de wanden van het darmkanaal, deels in de huid verbreiden.

De beide zijdevaten zijn in deze orde de gewigtigste centraaldeelen van den bloedsomloop. Zij hebben meestal een kronkelend beloop en wisselen elkander beurtelings af, d. i. elk zijdevat trekt zich achtereenvolgens eenige malen zamen en stuwt het bloed door de daaruit ontspringende takken, die zich naar de verschillende organen begeven, alsmede door de dwarse verbindingstakken, naar het zijdevat der tegenovergestelde ligchaamshelft. Daarop volgt eene periode van rust, gedurende welke dit laatste zich op gelijke wijze eenige malen rythmisch zamentrekt. Bij verscheidene soorten vertoonen de zijdevaten, hetzij zelve (bij *Nephelis*, *Pontobdella)* of eenige der daaruit ontspringende takken (bij *Hirudo)*, plaatselijke zakvormige verwijdingen, die zeer contractiel zijn en derhalve als even zoo vele harten kunnen beschouwd worden.

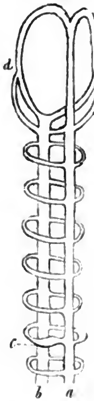
In het rugvat, dat somtijds alleen in zijn voorste gedeelte contractiel is, stroomt het bloed regelmatig van achteren naar voren. Daarin zijn bij *Piscicola* naar binnen puilende verdikkingen waargenomen, die zich als een soort van kleppen vertoonen, maar die, volgens KUPFFER 1), uit cellen bestaan, welke van tijd tot tijd afgestooten en dan, door den bloedstroom medegevoerd, tot bloedligchaampjes worden.

104 In de soortenrijke afdeeling der Chaetophoren bestaan altijd twee zich door het geheele ligchaam uitstrekkende hoofdvaatstammen, een rugvat en een buikvat, die onderling aan

1) *Zeits. f. wiss. Zool.* XIV p. 340.

de beide uiteinden door groote lissen en voorts in de verschillende

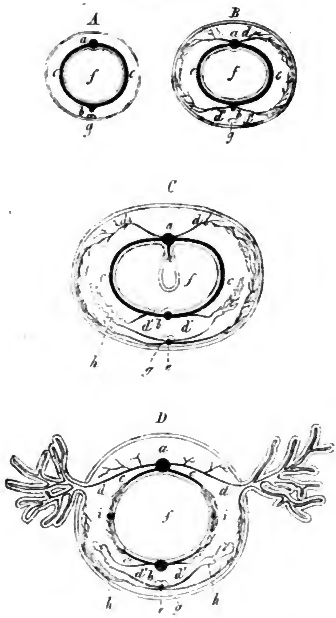
Fig. 301.



Schematische voorstelling van het bloedvaatstelsel van *Tubifex*.

a rugvat; *b* buikvat; *c* verwijde vaatboog; *d* voorste verbindingslissen.

Fig. 302.



Schematische voorstelling van den bloedsomloop in een segment van eenige Chaetophoren.

A van *Tubifex*, B van *Limnodrilus*, C van *Lumbricus*, D van *Arenicola*.

a rugvat; *b* darmbuikvat; *c c'* darmvaatboog; *d d* rugtakken van den ligchaamsvaatboog; *d' d'* buiktakken van denzelfden; *e* wandbuikvat; *f* holte van het darmkanaal; *g* buikzenuwstreng; *h* vaatlis van een segmentaalorgaan; *i i* zijdevaten.

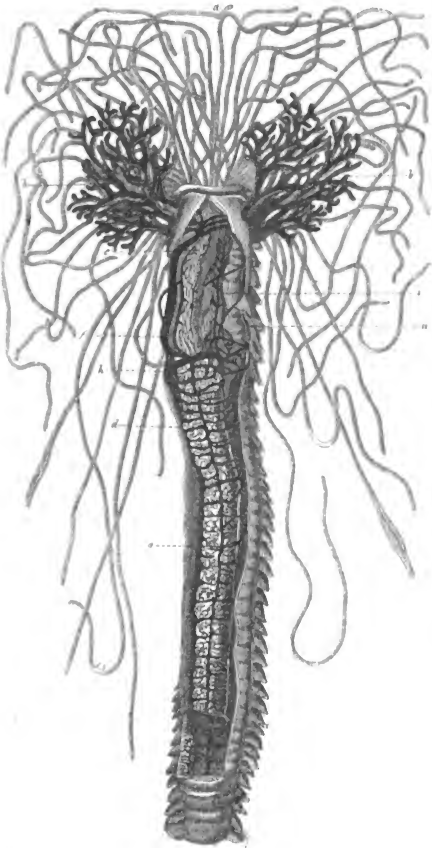
ligchaamssegmenten door overdwarse vaatbogen verbonden zijn (fig. 301) Deze vaatbogen begeven zich hetzij onafgebroken

van het eene vat naar het andere (fig. 301 en 302 A, B, C), of zij lossen zich onderweg in een vaatnet op, dat dan ter eener zijde met het rugvat, ter andere met het buikvat in verband staat (fig. 302 D en fig. 303). Het rugvat en dikwijls ook de daarvan uitgaande gedeelten der vaatbogen zijn contractiel; het buikvat is zulks niet, dan alleen in zeldzame gevallen *(Clymene, Maldane)*. Het rugvat ligt digt tegen den darmwand aan, en, waar deze een uitwendig zoogenaamd leverbekleedsel heeft (verg. bl. 379), wordt het rugvat en ook een gedeelte der van daar uitgaande bogen hierdoor omhuld en gedeeltelijk aan het oog onttrokken.

In dit algemeene plan kunnen nu verscheidene wijzigingen optreden. Vooreerst bestaan er meestal, en bij de hoogere soorten altijd, tweederlei soort van vaatbogen, die elkander min of meer regelmatig afwisselen of ook wel op bepaalde plaatsen elk alleen voorkomen. Men kan hen als darmbogen en als ligchaamsbogen onderscheiden. De eerste omgeven het darmkanaal ringsgewijs, en daarin monden ook de takken die uit den darmwand komen. De tweede vertoonen zich slechts bij eenige kleine Oligochaeten (***Limnodrilus***, ***Stylodrilus***, volgens Claparède) als gesloten ringen; in den regel hebben zich hunne zijdegedeelten opgelost in een aantal takken, die vaatnetten voor de huid, de kieuwen (waar deze voorhanden zijn), de segmentaal-organen en de buikzenuwstreng vormen. Van de oorspronkelijke bogen zijn dan alleen de rug- en buikgedeelten overgebleven, als kortere of langere dwarstakken (de *vasa latero-dorsalia* en *latero-ventralia* van Milne Edwards), die met het rug- en het buikvat in verband staan.

In de tweede plaats kan het aantal der overlangs loopende vaatstammen toenemen, en nog wel op tweederlei wijze: namelijk hetzij door verdubbeling van een of van de beide hoofdvaatstammen (b.v. bij *Hermella*), of door het ontstaan van bijkomende lengtevaten, die hunnen oorsprong nemen uit de vaatnetten, gevormd door de oplossing der reeds genoemde

Fig. 303.



Bloedvaatstelsel van *Terebella conchilega*. Naar MILNE EDWARDS.
a voelers; *b* kieuwen; *c* slokdarm; *d* darm; *f* voorste verwijd gedeelte van het rugvat (hart); *g* gedeelte van het rugvat dat op den darm ligt; *h* verwijde vaatboog; *i* voorste gedeelte van het darmbuikvat; *n* wandbuikvat.

vaatbogen. Het uit die vaatnetten komende bloed verzamelt zich dan in zulk een overlangs loopend vat, en van daar uit treden takken, die in het buikvat monden. Zoo b.v. voegt zich in vele gevallen (onder anderen bij *Lumbricus*, fig. 302 C) bij het eigenlijke, tegen den darmwand aan gelegen buikvat nog een tweede dat meer nabij den ligchaamswand onder de buikzenuwstreng gelegen is, maar in gelijke rigting verloopt, en dat van het eerste, of darmbuikvat, als wandbuikvat kan onderscheiden worden. In nog andere gevallen, b.v. bij *Arenicola* (fig 302 D), ontstaan zoo twee ter weerzijde langs het darmkanaal verloopende vaatstammen, waarin de rug- en buikgedeelten der darmvaatbogen, die zich in een haarvatennet opgelost hebben, monden. Zulke vaten herinneren dan eenigermate de zijdevaten der Hirudiniden. Wanneer het bloed aldus een langeren weg heeft af te leggen, zijn zulke bijkomende vaatstammen soms contractiel en functioneeren als hulpharten.

Het rugvat is in deze afdeeling echter steeds het voorname centraaldeel van den bloedsomloop. Gemeenlijk is het in zijne geheele lengte contractiel, doch het trekt zich nimmer op eens zamen, maar in golvende beweging van achteren naar voren. Meestal deelen ook eenige der uit het rugvat ontspringende ligchaamsvaatbogen in die contractiliteit. In vele gevallen zijn gedeelten, hetzij van het rugvat of van een of meer vaatbogen of wel van beiden, plaatselijk verwijd. Zulke plaatselijke verwijde gedeelten, die dan eens meer buis-, dan eens meer zakvormig zijn, worden dan ook wel met den naam van hart bestempeld. Zij zijn gemeenlijk in de voorste ligchaamshelft gelegen, en wel in de nabijheid van organen (generatie-organen, kieuwen), die eenen sterken toevoer van bloed vorderen.

Wanneer, gelijk bij *Arenicola*, een gedeelte van het rugvat plaatselijk tot een hart verwijd is, en daarmede onmiddellijk ter weerszijde eene dergelijke zakvormige verwijding van de daaruit ontspringende vaatbogen in verband staat, dan vertoonen zich deze als waren zij twee voorboezems of hartooren. Doch

deze gelijkenis is slechts eene oppervlakkige, daar deze deelen het bloed niet uit het ligchaam of uit de ademhalingsorganen ontvangen, maar het integendeel daarheen stuwen. Bij de *Oligochaeten* zijn het een of meer vaatbogen, gelegen in die ligchaamssegmenten welke ook de generatie-organen bevatten, waarin zulke hart genoemde verwijdingen voorkomen (fig. 301*c*). Bij de Terebellaceën en Serpulaceën is daarentegen het vooreinde van het rugvat tot een buisvormig hart verwijd, dat het bloed in de aan dit vooreinde geplaatste kieuwen drijft (fig. 303 bl. 389). Eigendommelijk zijn ook de korte, vertakte blindzakjes, die aan eenige der vaatbogen van *Limnodrilus* voorkomen, en, als desgelijks contractiel zijnde, mede in deze klasse van vormingen te huis behooren.

Het vaatstelsel van *Balanoglossus* sluit zich, volgens Kowalewsky, door de aanwezigheid van een rug- en een buikvat en van deze beiden verbindende dwarse vaatbogen, aan dat der Chaetophoren, doch is in zijn voorste gedeelte gewijzigd, overeenkomstig den eigendommelijken, beneden nader te vermelden, ademhalingstoestel, welke in de voorste ligchaamsafdeeling gelegen is. Nabij het achtereinde van dien toestel splitst zich namelijk het rugvat in vier vaten, waarvan twee boven elkander in de middellijn en twee zijdelings verloopen. Het bovenste der eerstgenoemde vaten is de onmiddellijke voortzetting van het rugvat; het mondt, met twee vaatbogen aan zijn einde, in het buikvat. Het daaronder gelegen middenvat is de kieuwslagader, terwijl de zijdelingsche vaten kieuwaders zijn en het bloed, dat door de kieuwen gestroomd heeft, weder naar het buikvat voeren, na onderweg nog takken aan de voorste ligchaamssegmenten te hebben afgegeven.

105. De Gephyreën verwijderen zich door de ontbrekende ligchaamssegmentatie in meer dan een opzigt van de Chaetophoren en naderen eenigermate tot de Holothurien. Even als bij dezen is ook bij hen de zeer ruime ligchaamsholte met voedingsvocht

gevuld, dat zich, door de zamentrekking van den ligchaamswand, gemakkelijk van het eene gedeelte naar het andere verplaatsen kan. Wat het bloedvaatstelsel betreft, zoo bestaan daaromtrent, in weerwil der vele onderzoekingen (door Quatrefages, Schmarda, Lacaze-duthiers, Claparède, Schneider, Keferstein, Semper) aan verschillende soorten bewerkstelligd, nog steeds onzekerheden, die eene vergelijking met het bloedvaatstelsel van andere Wormen bemoeijelijken.

Het duidelijkst is het bestaan van een rugvat en een buikvat erkend bij *Echiurus*, *Sternaspis* en *Bonellia*. Het rugvat ligt tegen den darm aan en kronkelt zich met dezen, maar het buikvat loopt langs den buikwand en is dus niet vergelijkbaar bij het darmbuikvat, maar bij het wandbuikvat der Chaetophoren. Voorwaarts gaat het rugvat, onder het vormen van een lis die den slokdarm omvat, in het buikvat over. In den langen slurp of snuit van *Bonellia* is dit in zoo verre gewijzigd, dat hier het rugvat, ná zich in de geheele lengte van dit deel te hebben voortgezet, zich aan zijn uiteinde in twee takken splitst, welke nabij den buitenrand van elke der beide eindlobben loopen, vervolgens door dien slurp hunnen weg achterwaarts vervolgen en zich dan onder den slokdarm tot het buikvat vereenigen, dat iets verder zich wederom in twee takken splitst, die een lis vormen rondom den eileider. Het uit de vereeniging der beide takken van deze lis gevormde vat zet zich achterwaarts voort, maar geeft, ongeveer in het midden des ligchaams, een sterken tak af, die zich spoedig in twee veel wijdere takken splitst, welke, om het darmkanaal heen, zich naar het rugvat keeren en daarin monden. Deze beide wijde verbindingstakken tusschen rug- en buikvat kunnen als beantwoordend aan de ligchaamsvaatbogen der Chaetophoren worden beschouwd.

Anders weder is het bij *Echiurus*. Hier vormt zich, door de vereeniging van eenige takken die uit het wandbuikvat ontspringen en in het mesenterium verloopen, een zich langs den darm uitstrekkend darmbuikvat, en dit staat door een vaatboog rondom den darm

in gemeenschap met het rugvat. Deze vaatboog vertegenwoordigt derhalve een der kleine of darmvaatbogen der Chaetophoren.

Grootere afwijkingen vertoonen zich bij de Sipunculinen (fig. 297 bl. 376). Een zamentrekbare buis of vat, dat als rugvat zoude kunnen geduid worden, wordt bij dezen wel is waar nog aan den slokdarm aangetroffen, doch dit schijnt achterwaarts blind te eindigen, terwijl het voorwaarts uitloopt in een vaatring, die gelegen is rondom het voorste gedeelte van den slokdarm, en van daar uit gaan wijde takken naar de holten der rondom den mond geplaatste voelers, die den dienst van kieuwen doen. Daarenboven komen daaruit nog kleinere takken, die een fijn vaatnet in de huid vormen. Bij eenige soorten van *Phascolosoma* is dit rugvat de eenige vaatstam, maar bij andere en bij *Sipunculus* is er nog een tweede, die naast den slokdarm gelegen is en zich ook in den vaatring opent. Somtijds is het rugvat met blinde aanhangsels bezet, en bij *Dendrostoma pinnifolium* strekt zich dit vat, na zich in eenige korte blind eindigende takjes verdeeld te hebben, ver in de ligchaamsholte uit (KEFERSTEIN). Dergelijke blindzakjes, die zamentrekbaar zijn, komen ook bij andere Sipunculinen in den jeugdigen toestand voor (SCHNEIDER, CLAPARÈDE).

Indien het genoemde vat of buis op den slokdarm als een rugvat beschouwd wordt, dan zoude men in het tweede vat, waar dit voorkomt, een buikvat, en in den vaatring een vaatboog kunnen zien. Echter is nog eene andere vergelijking mogelijk, die voor het minst even veel grond heeft, namelijk die bij den mondvaatring met de zich daarin openende Polische blazen en de daarvan naar de voelers uitgaande ambulacraalkanalen der Holothurien, inzonderheid der Synaptiden (verg. bl. 79). Voor deze opvatting pleit ook de aanwezigheid van trilcilien aan de binnenvlakte van dit kanalenstelsel. Het daarin bevatte vocht verschilt in geenerlei opzigt van het vocht, dat de ligchaamsholte vult, ofschoon er nergens eene regtstreeksche gemeenschap van deze vaten met de ligchaamsholte is aangewezen.

Ademhalingsorganen.

106. Alle Wormen, die geen bloedvaatstelsel hebben, missen ook bijzondere, ter ademhaling bestemde organen. Maar ook onder diegenen, welke eene van het overige ligchaamsvocht gescheiden vloeistof bezitten die in eigene vaten rondstroomt, zijn er nog een aantal die alleen door de huid ademhalen. Tweederlei oorzaken kunnen elk voor zich of vereenigd de gasuitwisseling aan de huidoppervlakte bevorderen: vooreerst de aanwezigheid van trilcilien, die bij de Turbellariën algemeen verspreid en bij vele Chaetophoren plaatselijk voorkomen, en door welker beweging eene gestadige verversching van het met de huid in aanraking komende water plaats grijpt; en ten tweede de ontwikkeling van een haarvatenstelsel in de huid, waardoor het bloed rondstroomt.

Onder de een bloedvaatstelsel bezittende Wormen, ontbreken nog zulke huidhaarvaten bij de Nemertinen, maar daarentegen is de trilhaarbeweging aan de ligchaamsoppervlakte zeer levendig.

Ook het groote meerendeel der Hirudiniden mist nog bijzondere ademhalingsorganen. Maar bij hen treft men een zich in de huid verbreidend haarvatennet aan, dat, inzonderheid bij *Hirudo* en verwante vormen, zeer ontwikkeld is. Eenigen (*Branchellion, Phyllobranchia*, *Calliobdella*) hebben echter ter weerzijde van het ligchaam bladvormige, blaasvormige of vertakte aanhangsels, die als den dienst van kieuwen doende huiduitbreidingen te beschouwen zijn.

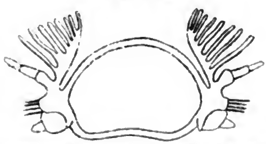
Onder de Chaetophoren zijn er mede een aantal die alleen door de huidoppervlakte ademhalen. Dit geldt niet alleen van de geheele afdeeling der Oligochaeten, maar ook van sommige Chaetopoden (*Maldania*, eenige *Glycerea*). Bij de tot de eerstgenoemde groep behoorende Naideën neemt echter het verwijde achtereinde van het darmkanaal deel aan de ademhaling; het water treedt er in en uit, en bij eenigen breidt zich de aars tot een waaijervormig orgaan uit, met vier lobben die met

trilcilien bezet zijn. Terwijl de lagere vormen van Oligochaeten *(Tubifex, Lumbriculus* enz), die in de slib of het water leven, geene of slechts sporen van haarvaten in de huid hebben, bezitten daarentegen de Lumbricinen, die zich in den vochtigen bodem ophouden, een digt haarvatennet daar ter plaatse, dat zijn oorsprong neemt uit de rugtakken der ligchaamsbogen. (fig. 302 C, bl. 387).

Met weinige, zoo even genoemde uitzonderingen, zijn de Chaetopoden steeds in het bezit van kieuwen. Deze stemmen onderling wel is waar in zooverre overeen, dat zij steeds uitbreidingen van de huid zijn, maar toch bieden zij, zoowel wat de plaats des ligchaams, waaraan zij voorkomen, als wat hare gedaante en maaksel betreft, nog eenige niet onbelangrijke verschillen aan.

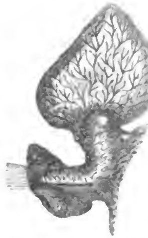
Op grond van de door de kieuwen ingenomen plaats, moet men tweederlei hoofdvormen onderscheiden. De meesten namelijk bezitten kieuwen aan de rugzijde van alle of van een zeker aantal der ligchaamssegmenten, terwijl bij anderen de kieuwen alleen aan het kopsegment zijn geplaatst. Deze verschillende plaatsing der kieuwen hangt in den regel, — ofschoon niet altijd, — daarmede zamen, dat degenen, die langs het ligchaam verspreide kieuwen hebben, vrij leven, terwijl daarentegen de soorten, die kieuwen aan den kop hebben *(Serpulacea)*, kokers bewonen, waaruit alleen het voorste gedeelte des ligchaams te voorschijn treedt. Een band tusschen beide groepen, die der Rugkieuwigen *(Dorsibranchiata)* en der Kopkieuwigen *(Capitibranchiata)* vormen echter andere Kokerwormen *(Pectinarea, Terebellacea)*, die kieuwen aan de voorste, op den kop volgende segmenten hebben.

Fig. 304.



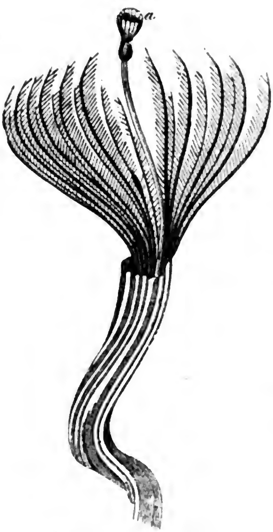
Schematische doorsnede van het ligchaam van *Eunice antennata*, met de voetstompjes en kieuwen; zwak vergroot.

Fig. 305.



Voetje van *Phyllodoce Paretti.*

Fig. 306.



Serpula sulphurata; *a* deksel.

De kieuwen der Chaetopoden zijn in den regel geen bijkomende organen, doch deelen die ook elders voorkomen, maar zich alleen door verlenging, verbreeding of vertakking, in ademhalingsorganen veranderd hebben. De kieuwen aan de ligchaamssegmenten zijn gewoonlijk ontstaan door eene wijziging der rug-cirri van de voetjes of parapodien (verg. bl. 133). Deze cirri kunnen hetzij eene groote lengte bereiken, gelijk bij *Cirratulus*, of zich in de breedte uitzetten, gelijk bij *Aphrodite* en *Phyllodoce* (fig. 305), of vedersgewijze aanhangsels verkrijgen, gelijk bij *Eunice* (fig. 304 vor. bl.), of zich boomsgewijs vertakken, gelijk bij *Arenicola* (fig. 302 D, bl. 387) en *Terebella* (fig. 303 bl. 389) en in vele andere gevallen.

Waar kieuwen aan den kop voorkomen (fig. 306), zijn deze te beschouwen als eene vervorming van deelen, die elders als voeldraden optreden, maar die hier tot

waaijersgewijs uitgebreide, dikwijls gevederde kieuwplaatjes geworden zijn, welke gedragen worden door twee, ter weerzijde van den mond geplaatste stelen of bladen, die nog verschillende gedaanten aannemen. Deze meestal tamelijk uitgebreide kieuwtoestel wordt inwendig gesteund door een kraakbeenig skelet.

Ten aanzien van de bloedverdeeling in de kieuwen, kan men in het algemeen stellen, dat zij het bloed ontvangen uit de rugtakken der ligchaamsvaatbogen of (bij de Kopkieuwigen) uit het daaraan beantwoordend gedeelte van de voorste vaatlis, terwijl het daaruit terugkeerende bloed, na eenen langeren of korteren weg te hebben afgelegd, zich vervolgens door de buiktakken derzelfde vaatbogen naar het buikvat begeeft. In de kieuwen zelve stroomt het bloed meestal in eigene vaten, die gewoonlijk nog netsgewijs zamenhangen en zich aan het einde tot lissen ombuigen. In elke kieuw treedt derhalve het aderlijke bloed door een aanvoerend vat, een slagader, en het verlaat de kieuw weder als slagaderlijk bloed door een terugvoerend vat, een ader. Echter schijnen er uitzonderingen hierop te bestaan. Zoo zoude bij *Hermella*, volgens QUATREFAGES, het bloed niet in afzonderlijke vaten maar alleen in gemeenschappelijke kanalen geraken. Hier zoude derhalve eene lacunaire bloedbeweging in de kieuwen plaats grijpen, even trouwens als ook in de lange voeldraden van *Terebella*. Ook bij de Serpulaceën zijn, volgens CLAPARÈDE, de kieuwslagader en de kieuwader aan de basis der kieuwen door een dwarstak verbonden, en daaruit komt een enkel vat, dat blind eindigende takken afgeeft in elk kieuwplaatje. In deze blind eindigende takken beweegt zich het bloed beurtelings in de eene en in de andere rigting. Eindelijk komen er gevallen voor (*Dasybranchus*, *Sigalio*, *Glycera*), waarin in de kieuwen geen bloed maar alleen ligchaamsvocht dringt. Zulke kieuwen worden dan als lymphatische kieuwen onderscheiden. Een en ander bewijst dat het vaatnet in de kieuwen, waar dit voorkomt, even trouwens als in andere gevallen, zich uit

eenen oorspronkelijken lacunairen toestand, door hoogere differentieering, ontwikkeld heeft.

107. Bij de Gephyreën biedt de groote oppervlakte van de huid aan het ruime, zakvormige ligchaam, dat met voedingsvocht gevuld is, reeds eene meestal voldoende gelegenheid tot ademhaling aan, en bij eenigen *(Echiurus)* ontbreken dan ook bijzondere ademhalingsorganen geheel en al. Ook *Bonellia* en *Thalassema* missen eigenlijke kieuwen, doch zoowel uit de levenswijze dezer dieren als uit hun maaksel mag men met groote waarschijnlijkheid afleiden, dat de ademhalingsverrigting grootendeels beperkt is tot hun lang en zeer bewegelijk vooreinde, den zoogenaamden slurp of snuit. Andere zijn echter in het bezit van organen die men als kieuwen beschouwen kan, ofschoon zij, in verhouding tot het overige ligchaam, slechts eenen geringen omvang hebben. Zoo heeft *Sternaspis* voor aan het buikeinde een bundel fijne draden waarin bloedvaten dringen. Bij *Priapulus* (fig. 307) eindigt het ligchaam achterwaarts in een met blinde zakjes bezet aanhangsel, en bij *Chaetoderma* in twee zulke aanhangsels, die vedersgewijs met blinde buisjes bezet zijn. Daar echter bij deze dieren nog geen bloedvaten daarin herkend zijn, dringt vermoedelijk daarin alleen het ligchaamsvocht door, en zijn deze deelen dus vergelijkbaar bij de bovengenoemde, zoogenaamde lymphatische kieuwen van eenige Chaetophoren.

Fig. 307.



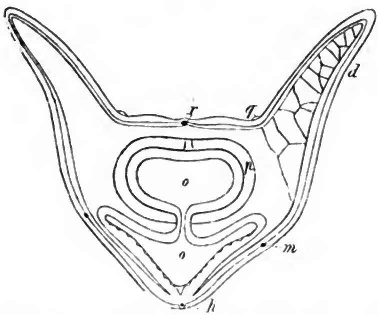
Priapulus caudatus.

Het duidelijkst ontwikkeld is de kieuwtoestel der Sipunculinen. Deze vertoonen zich als een krans van voelers rondom den mond (fig. 297 bl. 376). De gedaante dier voelervormige kieuwen verschilt bij de onderscheidene soorten; zij kan zijn enkelvoudig, draad- of bladvormig, boomsgewijs vertakt of franjegewijs ingesneden. In de

holte van elken voeler dringt een vaattak uit den vaatring die den slokdarm omgeeft (verg. bl. 393). Inderdaad schijnt het geheele, zeer rudimentaire vaatstelsel der Sipunculinen als uitsluitend voor de ademhaling dienende te moeten worden beschouwd

108. Geheel afwijkend van dien van alle andere Wormen is de ademhalingstoestel van *Balanoglossus*. Deze is inwendig gelegen, in de voorste ligchaamsafdeeling en maakt een deel uit

Fig. 308.

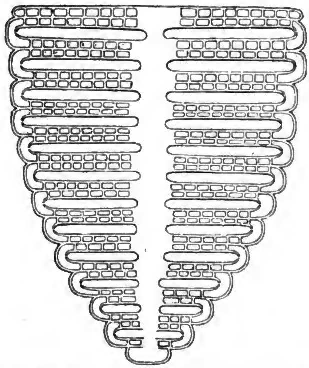


Loodregte doorsnede van het midden van het kieuwgedeelte van *Balanoglossus*; vergroot. o, *o* darmholte, bijna afgesnoerd door de kieuwbogen *p*; *q* een der ademhalingsopeningen; *d* zijdelob; *r* rugvat; *h* buikvat; *m* zijdevat.

van de spijsverteringsbuis, welker vooreinde door eene ter weerzijde loopende, diepe insnoering in eene bovenste en onderste afdeeling gescheiden is (fig. 308). De bovenste dezer afdeelingen is in een kieuwkorf veranderd, zamengesteld uit chitineplaatjes, welke overdwarse bogen vormen, die achter elkander gelegen zijn en ter weerzijde uitgaan van eene aan de rugzijde gelegen middenplaat (fig. 309 volg. bl.). Elk dezer bogen is op zijne beurt zamengesteld uit drie evénwijdige strooken, welke onderling door korte balkjes verbonden zijn, zoodat een traliewerk ontstaat, in welks mazen de bloedvaten verloopen, die ontspringen uit de kieuwslagader. Deze laatste is een tak van het rugvat

die zich in gelijke rigting als dit, daaronder verloopende, voortzet. Aan de rugzijde des diers bevindt zich, ter weerzijde boven den ademhalingstoestel, eene rij van kleine, met trilcilien omzette openingen, tusschen elk der paren van kieuwbogen. Deze twee rijen van openingen of kieuwgaten dienen voor de uitstrooming van het water, dat door den mond naar binnen is getreden en den kieuwtoestel bespoeld heeft.

Fig. 309.



Gedeelte van de uit chitine bestaande kieuwkorf van *Balanoglossus*. Vergroot.

Het is moeijelijk om voor dezen opmerkelijken toestel, die het eerst naauwkeurig door KOWALEWSKY beschreven is, punten van vergelijking bij andere dieren te vinden Hij herinnert in eenige opzigten den kieuwzak der Tunicaten, den kieuwkorf van *Amphioxus*, dien van de Cyclostomen, ja den kieuwbogentoestel van de Visschen in het algemeen. Bij deze allen is een gedeelte van het vooreinde van de spijsverteringsbuis, van de keel of pharynx, in een ademhalingstoestel veranderd. (Verg. bl. 251 en 318 en Dl. II 2de afd. bl. 414 en volg.). Van dien der Tunicaten en van *Amphioxus* onderscheidt zich echter de kieuwtoestel van *Balanoglossus* zeer wezenlijk daarin, dat het voor de ademhaling gediend hebbende water niet in eene daaromheen gelegen ligchaamsholte geraakt om vervolgens door eene enkele opening deze weder te verlaten, maar dat het regtstreeks weder naar buiten treedt door evenveel kieuwgaten als er paren kieuwbogen

zijn, d. i. op gelijke wijze als bij de Plagiostomen en de Cyclostomen. Indien de rugzijde van *Balanoglossus* de buikzijde ware, dan zou de overeenkomst nog veel grooter zijn. Het rugvat, de kieuwslagader en hare takken zouden dan dezelfde plaats innemen als het hart, de kieuwslagader en hare takken bij de Visschen. Ofschoon dit nu, op grond van de door de mondopening ingenomen plaats, niet waarschijnlijk is, zoo kan men dit vermoeden niet geheel verwerpelijk achten, zoolang de door de centraaldeelen des zenuwstelsels ingenomen plaats niet met juistheid bekend is. In elk geval is *Balanoglossus* een dier vormen, welke althans in zijn kieuwtoestel tot de Visschen nadert en zoo de afdeelingen der Wormen en der Gewervelde dieren aaneenschakelt.

Uitscheidingsorganen.

109. Bij eenige Wormen kent men openingen in den ligchaamswand, die regtstreeks in de ligchaamsholte geleiden, en waardoor, even als bij vele Mollusken, het water kan binnendringen en zich zoo met het ligchaamsvocht vermengen. Zulke openingen bevinden zich bij *Lumbricus* op twee rijen aan den rug; zij zijn hier zeer klein. Bij *Priapulus* is eene enkele zoodanige, merkelijk grootere, opening aan het einde van het zich voorbij den aars uitstrekkend staartaanhangsel, dat de boven (bl. 398) genoemde kieuwen draagt.

De beteekenis dezer openingen uit een physiologisch oogpunt is vermoedelijk eene dergelijke als bij de Mollusken, namelijk die van, door toetreding van water, het ligchaam te doen zwellen en verstijven, terwijl dit water tevens, weder naar buiten tredende en van tijd tot tijd vernieuwd wordende, ook voor de ademhaling dienen kan.

Maar behalve deze openingen, die slechts bij eenige soorten voorkomen, zijn er nog andere die bij verreweg de meeste Wormen aanwezig zijn en toegang geven tot een of meer buisvormige, al of niet vertakte, dikwijls sterk gekronkelde

organen, die hetzij blind eindigen of zich in de ligchaamsholte openen. Deze organen kunnen nog onderscheidene verrigtingen hebben, doch daaronder schijnt die van tot excretie te dienen van zekere stoffen, welke uit het ligchaam naar buiten moeten worden gevoerd, de algemeenste te zijn. Wel is waar is dit geenszins voor alle soorten, zelfs niet voor het meerendeel, met zekerheid bewijsbaar; maar toch bestaat er veel grond om uit die gevallen, waar dit bewijs wel geleverd is, tot de overige met eenen zekeren graad van waarschijnlijkheid te besluiten. Het zijn vooral twee gronden die hiertoe leiden: vooreerst dat de inwendige holte dezer organen hetzij bekleed is met een trilepithelium of voorzien van naar binnen springende trilzoompjes of trillapjes, en dat de daardoor teweeg gebragte strooming steeds van binnen naar buiten gaat; in de tweede plaats worden in deelen dezer organen dikwijls kalkconcrementen aangetroffen, zooals men gewoon is ook in de als nier beschouwde organen van andere dieren, vooral Weekdieren (verg. bl. 339), aan te treffen.

In weerwil echter dat aan de excretorische functie van het meerendeel der hier bedoelde organen bezwaarlijk meer kan getwijfeld worden, is daardoor de mogelijkheid toch niet buiten gesloten dat er ook water door naar binnen bringt, even als zulks ook bij de nier der Weekdieren het geval is. Dat de door de trilcilien verwekte stroom in tegengestelde rigting gaat, is daarmede niet noodzakelijk in strijd, want deze kan worden opgewogen hetzij door de contractiliteit van gedeelten dezer organen zelve of van den huidspierzak. Ook kent men verscheidene andere gevallen, waarin eene voortbeweging in eenen aan die der ciliairbeweging tegenovergestelden zin plaats heeft. Het zoude derhalve zeer wel kunnen zijn, dat de benaming van watervaatstelsel, die men vroeger gewoonlijk aan dit stelsel van organen gaf, ook nu nog in zekeren zin gewettigd ware. Hoe dit zij, zeker althans is het dat deze deelen niet overal uitsluitend voor de excretie dienen, maar dat zij in bepaalde gevallen ook tot uitlozingskanalen der geslachtsprodukten worden,

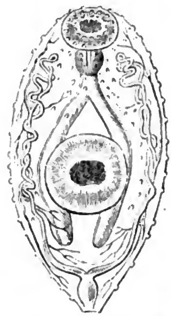
iets trouwens waarvoor ook analogien onder de Weekdieren te vinden zijn (verg. bl. 341 en 343).

De gedaante, het maaksel en het aantal dezer organen bieden bij de onderscheidene groepen van Wormen nog aanmerkelijke verschillen aan, zoodat alleen eene zorgvuldige vergelijking er toe heeft kunnen leiden om daarin telkens homologe deelen te herkennen. Het blijkt dan dat de hoofdverschillen daarin voornamelijk afhankelijk zijn van twee omstandigheden: namelijk vooreerst van het al of niet aanwezig zijn van eene ligchaamsholte, en ten tweede van het al of niet zamengesteld zijn van het ligchaam uit segmenten. Waar geene ligchaamsholte is, vertoonen zich deze organen meestal als in het parenchym zich vertakkende, daarin blind eindigende kanalen. Is eene ligchaamsholte aanwezig, dan openen zij zich gewoonlijk daarin met eene of meer monden. Ontbreekt elk spoor van segmentatie, dan is in den regel slechts een enkel paar dezer organen voorhanden, die dan echter soms eene aanmerkelijke uitbreiding kunnen erlangen. Waar segmentatie optreedt, verkondigt zich ook daarin het toenemend aantal dezer organen, die dan ter weerzijde in het ligchaam gelegen zijn, maar, daar elk paar meestal tot zijn eigen segment of wel tot twee op elkander volgende segmenten beperkt is, zich betrekkelijk minder uitgebreid vertoonen dan in het eerstgenoemde geval. Bij de zoodanigen noemt men deze deelen, op het voorbeeld van WILLIAMS, segmentaalorganen, een naam trouwens, waartegen men alleen kan aanvoeren, dat hij niet toepasselijk is op dezelfde organen wanneer zij voorkomen bij Wormen, welker ligchaam niet uit achter elkander gelegen segmenten of metameren is zamengesteld maar die men overigens, juist omdat hij alleen op de plaats waar deze deelen gevonden worden en niet op de min of meer twijfelachtige verrigting betrekking heeft, behouden kan.

110. Uit het bovengezegde aangaande den invloed dien het overige maaksel des ligchaams op dat van deze organen heeft, kan men reeds het besluit afleiden dat zij bij die groepen van

Wormen, welke ook in andere opzigten na overeenkomen, de meeste overeenstemming vertoonen. Zoo is het, blijkens de onderzoekingen van VAN BENEDEN, O. SCHMIDT, LEUCKART, MAX SCHULTZE, G. WAGENER, CLAPARÈDE, LA VALETTE, bij de orden der Cestoden, der Trematoden en der Turbellarien. In het algemeen bestaan zij hier (fig. 310, 311, 312 en fig. 271 bl. 356) uit een enkel paar, soms (bij eenige Cestoden) uit twee, drie of vier paren van kanalen, die gewoonlijk een min of meer slingerend beloop hebben, niet zelden zich ook lisgewijs ombuigen

Fig. 310.



Distoma luteum, in jongen toestand, met darmkanaal en excretietoestel. Vergroot. Naar DE LA VALETTE.

Fig. 311.

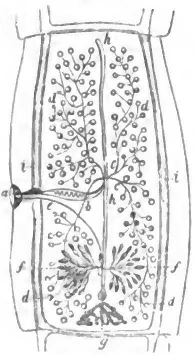


Caryophyllaeus mutabilis, met het excretorische vaatstelsel en de zamentrekbare blaas aan het achtereinde. Vergroot.

en meestal zich in al fijner en fijner wordende, blind eindigende takjes verdeelen, die soms ook nog door verbindingstakjes zamenhangen en zoo een net vormen. Dit maaksel heeft vroeger aanleiding gegeven tot de dwaling dat deze kanalen een bloedvaatstelsel waren. Buitenwaarts mondt dit kanalenstelsel gewoonlijk uit door eene enkele opening, *porus excretorius*, nadat de beide hoofdkanalen zich vereenigd hebben en op dit punt (bij de Tre-

matoden en Cestoden) eene contractiele blaas hebben gevormd. Deze laatste ontbreekt echter bij de Turbellarien; en bij de tot deze orde behoorende Nemertinen opent zich elk der hoofdkanalen afzonderlijk buitenwaarts, iets dat trouwens ook bij sommige Trematoden is waargenomen, in welk geval er ook twee contractiele blazen zijn. De plaats van uitmonding is gewoonlijk het achtereinde des ligchaams, ook bij de uit leden (proglottiden) zamengestelde Cestoden. Hier namelijk zetten zich de hoofdkanalen van het eene lid in het volgende voort, totdat zij in het oudst gevormde zich in de contractiele blaas vereenigen. In elk der leden staan zij bovendien door dwarstakken in verband. Onder de Turbellarien en Trematoden is echter bij sommige soorten eene uitmonding van dit kanalenstelsel op eene van het achtereinde des diers min of meer verwijderde plaats waargenomen.

Fig. 312.



Lid van *Taenia coenurus*. Zwak vergroot. Naar LEUCKART.

a geslachts-cloaca; *b* cirruszak met den cirrus; *c*, *c* zaadleiders; *d*, *d* zaadklieren; *e* scheede met het *receptaculum seminis* aan haar einde; *f*, *f* dojerstokken; *g* kiemstokken; *h*, *h* uterus; *i*, *i* vaten van het excretorische stelsel.

Deze kanalen zijn geene bloote uitholingen in het parenchym, maar zij bezitten eigene wanden. Het daarin bevatte vocht is kleurloos en doorschijnend. De reeds boven vermelde concrementen worden vooral bij Trematoden en Cestoden aangetroffen, soms in de wijdere hoofdkanalen, zoodat eene naar buiten voering daarvan kan plaats hebben, maar dikwijls ook verstrooid door het ligchaam, in de fijnere daarvan uitgaande takjes, die zij alzoo verstoppen. Dit laatste is inzonderheid bij de Cestoden het geval.

Ook de Nematoden hebben een vaatstelsel dat hoogst waarschijnlijk voor de excretie dient. In het midden van elk zijde-

veld verloopt een van eigene wanden voorzien kanaal, dat zich uitstrekt van het punt, in welks omtrek ook de aars gelegen is, tot op de hoogte van het achtereinde van den slokdarm. Hier zijn de zijdevelden door een soort van brug vereenigd, en daarin gaat een dwarstak van het eene kanaal naar het andere, of wel de beide vaten buigen zich aldaar lisgewijs in elkander om. Uit dien dwarstak of lis ontspringt dan een kanaaltje, dat zich aan de buikzijde buitenwaarts opent. Ofschoon dit vaatstelsel reeds bij zoo vele Nematoden is aangetroffen, dat men zijn bestaan bij de soorten dezer orde als tamelijk algemeen kan stellen, schijnt het echter bij eenigen, zoo als *Trichocephalus* en *Gordius*, tegelijk met de zijdevelden, te ontbreken (SCHNEIDER), terwijl in andere gevallen (bij *Anguillula scandens*, volgens DAVAINE) slechts één zoodanig kanaal zoude voorkomen.

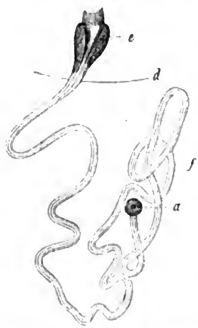
Grootere onzekerheid heerscht aangaande het bij de Acanthocephalen waargenomen vaatstelsel. In de huid verbreidt zich een digt net van kanalen, die in twee hoofdkanalen monden. Dit net staat in verband met een ander net, dat zich bevindt in twee eigendommelijke organen, die achter den slurp in de ligchaamsholte gelegen zijn en *lemnisci* genoemd worden. Deze zijn zamengesteld uit groote cellen, welke eene holte omsluiten. Het in de vaten dezer *lemnisci* bevatte vocht onderscheidt zich door zijne groenachtige of bruinachtige kleur van dat hetwelk in het overige vaatstelsel bevat is. Vooral daarom heeft men in deze deelen excretie-organen vermoed, doch noch daaraan, noch elders aan het ligchaam is met eenige zekerheid tot dusverre eene daaruit naar buiten voerende opening waargenomen.

111. Terwijl in de vorige groepen de excretie-organen eenvoudig gepaard zijn en met twee openingen of met eene gemeenschappelijke opening buitenwaarts monden, bezitten de Hirudiniden er daarentegen verscheidene paren (fig. 382 *r. r. r.* bl. 362), en elk orgaan heeft zijne eigene opening ter zijde aan

den buik van het dier. Indien niet alleen eene ligchaamsholte maar ook grootere bloedboezems geheel ontbreken (b. v. bij *Hirudo)*, dan eindigen deze organen binnenwaarts blind. Doch bij zulke soorten *(Clepsine*, *Nephelis)*, wier buikzenuwstreng en darmkanaal van een grooten bloedsinus omgeven zijn (bl. 385), heeft elk dezer organen eene in het zijdelingsch gedeelte van dien sinus mondende opening, welke zich tot eenen met cilien omzetten trechter verwijdt. In beide gevallen is de algemeene gedaante die van een buis, waarvan het naauwere binnenste gedeelte herhaalde lisvormige ombuigingen maakt.

Met de duidelijker optredende ligchaamssegmentatie vermenigvuldigt zich het getal dezer organen, en bij de Chaetophoren treft men dikwijls in elk segment een paar daarvan aan. Intusschen komen daarop vele uitzonderingen voor. Niet zelden gebeurt het namelijk dat deze deelen hetzij in eenige segmenten geheel ontbreken of wel dat zij aan twee segmenten gemeenschappelijk toebehooren, d. i. dat de buis zich, het tusschenschot doorborende, van het eene segment, waaraan zich de opening bevindt, in het voorafgaande voortzet en zich daar binnenwaarts met een trechter opent. Dit is bepaaldelijk het geval bij de lagere Oligochaeten *(Tubificina)*. Hier bestaat het segmentaalorgaan uit eene lange, inwendig met trilciliën bezette buis (fig. 313), die overal ongeveer van gelijke wijdte is en uitwendig omgeven wordt van betrekkelijk groote kliercellen. Bij de Lumbricinen is de buis door een vaatnet omsponnen, dat bij de

Fig. 313.

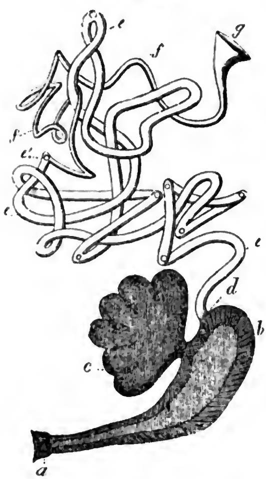


Segmentaal-organ van *Limnodrilus Hoffmeisteri*. Naar CLAPARÈDE.

a buitenwaartsche opening; *e* binnenwaarts zich openende trechter; *d* tusschenschot; *f* met trilcilien inwendig bezette buis.

vorigen ontbreekt, en bestaat nog uit drie afdeelingen De eerste dezer afdeelingen, welke volgt op den zich binnenwaarts openenden trechter, is naauw, lang, sterk gewonden en heeft dunne doorschijnende wanden, met een trilhaarbekleedsel aan de binnenvlakte. Het zich daaraan sluitende, kortere tweede gedeelte der buis is iets wijder en heeft een dikkeren wand met een inwendig klierepithelium, waarin dikwijls kleine concrementen zijn afgezet, waardoor de wand wit en meer of min ondoorschijnend wordt. Ook dit gedeelte maakt nog een paar windingen en opent zich dan in een merkelijk wijdere afdeeling, die dikke, spierachtige wanden heeft en, na zich nog eens lisgewijs omgebogen te hebben, aan de naar buiten voerende opening *(porus excretorius)* eindigt.

Fig. 314.



Zaadleider van *Tubifex;* naar GEGENBAUR.

a buitenste mond; *b* zakvormige verwijding; *c receptaculum seminis*; *d* begin van het eigenlijke kanaal *e*, *e*, *e* wijder en *f*, *f*, *f* dunner gedeelte daarvan; *g* binnenste trechtervormige mond.

Dergelijke zich binnen- en buitenwaarts openende segmentaalorganen komen ook bij de Chaetopoden voor, ofschoon zij bij dezen over het algemeen eene geringere lengte dan bij de Oligochaeten hebben.

In beide deze groepen treden deze organen echter ook op in de beteekenis van uitlozingskanalen voor de geslachtsprodukten. Die welke in de groep der Oligochaeten bepaaldelijk met die verrigting, namelijk met de naar buiten voering van het sperma, belast zijn en zich in de voorste ligchaamsafdeeling bevinden,

zijn in het algemeen grooter dan de overige segmentaalorganen, en bovendien voorzien van een zich daarin openend *receptaculum seminis* (fig. 314). In een volgend hoofdstuk komen wij hierop terug.

112. De dubbele beteekenis die de segmentaalorganen in de orde der Chaetophoren hebben, welke somwijlen, in overeenstemming met de veranderde verrigting, gepaard gaat met wijzigingen in het maaksel, werpt ook licht op zekere organen die bij de Gephyreën voorkomen, en welke ook deels als excretie-organen, deels als uitlozingswegen voor de geslachtsprodukten te beschouwen zijn. Bij de Sipunculiden bestaat een enkel paar van zoodanige buisvormige organen (fig. 297 *ss* bl. 376), die betrekkelijk kort zijn, met een open trechtermond in de ligchaamsholte beginnen en niet ver van den aars aan de buikzijde uitmonden. Twee paren van dergelijke organen worden achter elkander bij *Sternaspis* gevonden, en uit hun verschillend maaksel schijnt te blijken, dat het voorste alleen eene excretorische verrigting heeft, terwijl het achterste als uitlozingskanalen voor de geslachtsprodukten dient. Bij *Bonellia* wordt slechts één zoodanig d. i. een onparig buisvormig orgaan aangetroffen, dat, met een open trechter beginnend en plaatselijk voor verwijding vatbaar, aan de buikzijde uitmondt. Dat door dit deel de eijeren of de spermatozoiden worden naar buiten gevoerd is zeker, maar of het bovendien voor uitscheiding dient, is twijfelachtig. Daarentegen mag deze laatste verrigting met groote waarschijnlijkheid worden toegekend aan een paar andere organen,

Fig. 315.



Een klein gedeelte der vertakte buizen met open mondingen van het excretie-orgaan van *Bonellia viridis*; naar Lacaze-Duthiers.

De pijltjes wijzen de rigting van den stroom aan der kleine moleculen in de nabijheid der mondingen.

die zich zoowel bij *Bonellia* als bij *Echiurus* in den endeldarm openen. Zij vertoonen zich (fig. 298 *g g* bl. 377) als tamelijk wijde zakjes, welker wanden met vertakte aanhangsels bezet zijn (fig. 315 vor. bl.). Een naauwkeurig onderzoek leert, dat elk takje zich binnenwaarts in de ligchaamsholte met een trechtervormigen mond opent; deze laatste is omzet met trilcilien, en gedurende het leven heeft daaraan eene strooming plaats, waardoor het in de ligchaamsholte bevatte vocht daarheen gevoerd wordt en het naauwe kanaal, dat zich door het midden van elk takje uitstrekt, binnentreedt. De wanden dezer kanalen bestaan uit een klierepithelium, en daardoor wordt een vocht afgescheiden met gekleurde moleculen, die reeds in de epitheliumcellen zelve erkenbaar zijn. Dat deze organen excretorische functien hebben, laat zich derhalve wel niet betwijfelen. Of zij bovendien ook water opnemen, dat dan voor de ademhaling zoude kunnen dienen, is veel minder zeker. De eenige grond daarvoor toch is de trouwens onmiskenbare overeenkomst, welke deze deelen met de zoogenaamde waterlong der Holothurien (bl. 245) hebben.

Behalve op deze overeenkomst kan men op nog andere wijzen, waaruit blijkt dat, ook bij dieren van geheel andere klassen, organen worden aangetroffen, die, zoowel door hun maaksel als door hunne verrigting in meerdere of mindere mate aan de segmentaalorganen der Wormen in het algemeen kunnen geacht worden te beantwoorden. Als zoodanig noemen wij hier de beide, mede zich met trechters in de ligchaamsholte openende buizen, waardoor bij de Brachiopoden (bl. 341) de geslachtsprodukten naar buiten worden gevoerd, maar die bovendien waarschijnlijk ook eene excretorische functie hebben, even als het orgaan van Bojanus der Lamellibranchiën (bl. 342), waarmede zij tot op zekere hoogte overeenstemmen. Eindelijk kunnen ook de Falloppische buizen, waardoor, bij de Selachiers, sommige Ganoiden, de Reptilien, de Vogels en de Zoogdieren, de eijeren worden opgenomen, als eene herhaling van denzelfden vorm worden beschouwd. (Verg. Dl. II. bl. 537, 570, 572, 573, 576, 578).

Gelede dieren.

113. In weerwil van het zeer aanzienlijk getal van soorten, die onder den algemeenen naam van Gelede dieren of Arthrozoën worden zamengevat, vertoonen deze toch in hun geheele maaksel eene merkelijk grootere eenvormigheid, wat het plan van bewerktuiging aangaat, dan die der beide vorige afdeelingen. Dit verkondigt zich ook in de voedingsorganen.

Met zeldzame uitzonderingen hebben allen een zich van het vooreinde tot aan het achtereinde des ligchaams uitstrekkend spijsverteringskanaal, dat met een mond begint en met een aars zich buitenwaarts opent. Voorts komt ook bij verreweg de meesten een zich rhythmisch zamentrekkend, altijd in de middellijn tegen de rugvlakte aan gelegen hart of rugvat voor, waarin, door paarsgewijs geplaatste spleetopeningen, het in de ligchaamsholte bevatte bloed treedt, dat dan door een of meer slagaders, die zich al of niet vertakken, weder verder gestuwd wordt en zich in de grootere en kleinere ruimten tusschen de organen en hunne deelen verbreidt, zoodat derhalve steeds een gedeelte van den bloemdsomloop lacunair is, als bij de Weekdieren, maar nimmer gesloten, gelijk bij de hoogere Wormen en de Gewervelde dieren het geval is. Wat de ademhalingsorganen betreft, zoo zijn ook de meeste Gelede dieren in het bezit daarvan, doch deze organen vertoonen velerlei wijzigingen, in overeenstemming met de levenswijze der dieren. Ook bijzondere, voor de uitscheiding bestemde organen, die, uit hoofde hunner functie, als nieren kunnen beschouwd worden, ofschoon zij morphologisch zeer verschillen van de aldus genoemde deelen van andere dieren, zijn in zeer vele gevallen aanwezig.

Spijsverteringsorganen.

114. De aan of nabij het vooreinde des ligchaams, gewoonlijk aan de buikzijde, geplaatste mondopening der Arthrozoën, wordt omgeven door deelen welke tot opneming van de spijs dienen.

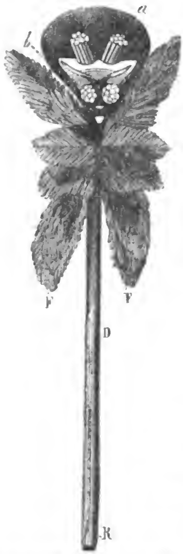
Deze deelen, als monddeelen of mondwerktuigen onderscheiden, zijn veranderde ledematen en als zoodanig reeds in een vroeger hoofdstuk (bl. 154 en volg.) behandeld geworden, terwijl wij voor nog eenige meerdere bijzonderheden naar de daarvan gegeven beschrijvingen in het natuurhistorisch gedeelte van dit leerboek verwijzen.

Wat het spijsverteringskanaal betreft, zoo biedt dit in zijn maaksel en gedaante nog tamelijk groote verschillen aan. Dan eens strekt het zich regt door het ligchaam uit, van den mond tot aan den zich meestal aan het laatste segment openenden aars, dan weder maakt het een grooter of kleiner getal van windingen. Onder weg wordt het door de rondom gelegen ligchaamsdeelen meer of min gesteund, en bovendien is het door dunne bindweefselstrengen hier en daar aan den ligchaamswand bevestigd, maar overigens ligt het vrij en wordt omspoeld door het bloed dat de ligchaamsholte vult. Eene aan de uitwendige ligchaamssegmentatie beantwoordende verdeeling door insnoeringen in achter elkander volgende afdeelingen, gelijk bij de Borstelwormen in verschillende graden bestaat, ontbreekt aan het darmkanaal der Gelede dieren geheel en al. Drie hoofdafdeelingen, een slokdarm, een maag- of middeldarm en een endeldarm, laten zich wel is waar steeds onderscheiden, maar niet altijd zijn deze afdeelingen door bijzondere plaatselijke verwijdingen of vernaauwingen herkenbaar. Evenmin komt bij de Gelede dieren aan de binnenvlakte van het darmkanaal een trilepithelium voor, dat zoowel bij de Borstelwormen als bij de Weekdieren zeer algemeen is. Daarentegen is steeds een grooter of kleiner gedeelte dier binnenvlakte, vooral nabij het voor- en en het achtereinde, met eene chitine-laag bekleed, welke in zamenhang is met de uitwendige ligchaamsbekleedsels en bij de vervelling mede afgeworpen wordt.

115. Bij de Crustaceën ligt de mondopening gewoonlijk op eenigen afstand van het vooreinde aan de buikzijde, maar de

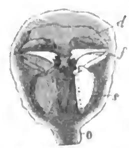
slokdarm, waartoe zij toegang geeft, buigt zich meestal naar boven en naar voren om, in dier voege, dat het punt, waar de slokdarm in den maagdarm overgaat, hetzij boven of zelfs een eindweegs vóór den mond in het kopgedeelte van den cephalothorax is gelegen. Daar ter plaatse verwijdt zich het achterste gedeelte van den slokdarm tot een dikwijls zeer ruimen **krop**, dien men echter gewoonlijk **maag** of **kaauwmaag** noemt, omdat daarin niet enkel eene beginnende vertering, maar ook eene vermaling der spijs plaats grijpt. Het is inzonderheid in de orde der Decapoden dat dit deel eenen grooten omvang verkrijgt (fig. 316) en de zetel is van eenen eigendommelijken toestel (fig. 317) van naar binnen springende platen, tanden en borstels, die door spieren aan de maagwanden bewogen worden, in dier voege dat de in de holte geraakte spijs daardoor gekaauwd en in een fijn verdeelden toestand gebragt wordt. Deze kaauwtoestel bevindt zich in de achterste helft en bestaat in hoofdzaak uit drie deelen, namelijk een middelste en twee zijdelingsche, welke laatste eenige stevige knobbelvormige tanden dragen. Vereenigd stellen deze drie deelen een soort van driearmige tang daar, welke het voedsel moet doorgaan, alvorens den pylorus te bereiken en in den maagdarm over te

Fig. 316.



Spijsverteringstoestel van *Astacus fluviatilis*. M maag; *a* voorste maagspieren; *b* achterste maagspieren; D maagdarm; R endeldarm; F lever.

Fig. 317.



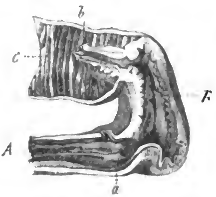
Maag van een Krab, geopend. Naar MILNE EDWARDS.

d f s stukken van den kaauwtoestel; *o* slokdarm.

gaan. Nog andere kleinere stukken kunnen zich in den omtrek van den pylorus hierbij voegen, deels tot steun, deels tot verbinding der drie hoofddeelen. Al die stukken bestaan uit chitine en worden, op eene dergelijke wijze als de uitwendige chitine-bekleedselen (bl. 138), door een onderliggend epithelium als matrix afgescheiden. Tegen den tijd der vervelling ontstaat ook op bepaalde plaatsen ter weerzijde in de maag eene afscheiding van kalkzouten, waardoor op die punten het chitine-bekleedsel van den onderliggenden maagwand wordt opgeligt en zich in de daardoor ontstane kleine lensvormige holte een voornamelijk uit koolzuren kalk bestaand concrement (de zoogenaamde kreeftsteenen of kreeftoogen) afzet. Door afwerping van de chitinelaag worden deze concrementen vrij, vallen in de maagholte en worden in het darmkanaal weder opgelost, waar zij de eerste kalkzouten leveren voor het zich nieuw vormende huidskelet.

Bij de Stomatopoden is de kaauwtoestel minder ontwikkeld dan bij de Kreeften en Krabben, en hetzelfde geldt van de Isopoden en Amphipoden, waar ook nog in den regel wel is waar zulk een toestel herkenbaar is, maar die bij onderscheidene soorten nog tamelijk groote verschillen aanbiedt, terwijl hij bij eenigen, inzonderheid parasitische vormen *(Hyperia, Gyge, Bopyrus)* ontbreekt, maar door lange, in de maagholte afhangende vlokken vervangen wordt. *Limulus* (fig. 318) heeft in zijnen ver voorwaarts geplaatsten krop vijftien overlangsche rijen van chitinetandjes. In de overige groepen dezer klasse ontbreekt meestal zulk een toestel en evenzoo eene verwijding die geacht kan worden aan den krop of kaauwmaag der Decapoden te beantwoorden. Des te opmerkelijker

Fig. 318.



Overlangsche doorsnede van den krop of kaauwmaag van *Limulus rotundicauda*. Naar v. d. Hoeven.

A gedeelte van den slokdarm; B krop of kaauwmaag; C begin van den maagdarm; *a* cardia; *b pylorus*.

Fig. 319.



Hydatina senta, bij 350-malige vergrooting, naar FERD. COHN. Vrouwelijk individu; rug naar regts, buik naar links gebogen.

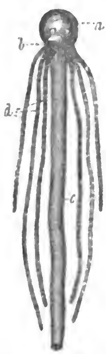
a cloaca; *b* zamentrekbare blaas; *cc* kluwens van excretorische vaten; *d* maag- of speekselklieren; *e* eijerstok; *f* zenuwknoop; *g* borstelgroef; *h* groefje daarboven; *i* gemeenschappelijk aanhechtingspunt van twee spieren; *k* kolfligchaampjes aan den voet; *l* kaauwtoestel; *m* maagdarm.

is het, dat een dergelijk deel, ook voorzien van een inwendigen kaauwtoestel, zeer algemeen bij de Rotatoriën wordt aangetroffen, waar deze toestel bij eenigen zelfs nog tamelijk zamengesteld is (fig. 319). Het optreden daarvan in deze afdeeling kan als pleitende voor de verwantschap der Rotatorien met de Crustaceën worden beschouwd, waarbij men echter niet vergeten mag dat ook vele Chaetopoden meer of min daarmede vergelijkbare tand- en plaatvormigen in hunnen slokdarm bezitten (bl. 337).

Waar de genoemde krop of kaauwmaag voorkomt, puilt zijn achter- of pylorus-einde (fig. 318) min of meer tepelvormig in het daarop volgend, regt doorloopend gedeelte van het darmkanaal, dat bij de hoogere vormen van Crustaceën geenerlei verwijding vertoont, die als eene eigenlijke maag zoude kunnen beschouwd worden, maar

meer in zijn geheel, d. i. tot op het punt waar de endeldarm begint, zoowel voor de spijsvertering als voor de opslorping dient en derhalve maag en darm beide is. Echter bevindt zich zoowel bij de Decapoden als bij de Isopoden, op eenen afstand die dan eens verder dan weder minder ver van den pylorus verwijderd is, eene ook uitwendig min of meer duidelijk zigtbare insnoering, waaraan inwendig eenige naar binnen springende plooijen beantwoorden. Daardoor wordt derhalve de maagdarm in twee gedeelten gescheiden, waarvan het voorste meer bepaaldelijk voor verandering van de spijs in chymus dient. Het daaraan beantwoordende gedeelte des maagdarms van de Isopoden is dikwijls eenigzins verwijd.

Fig. 320.



Darmkanaal van *Lygia*; naar MILNE EDWARDS.

a kaauwmaag; *b* haar pylorus, *c* darm; *d* blinddarmen.

Met dit gedeelte van het darmkanaal hangen ook gewoonlijk een of meer zich daarin openende blindzakken of blinddarmen zamen, die zonder twijfel een voor de spijsvertering dienend sap afscheiden. In het maaksel dezer blindzakken bestaat nog veel verschil. In den eenvoudigsten toestand, zooals zij bij de lagere Crustaceën voorkomen, zijn het eenvoudige uitstulpingen van het voorste gedeelte des maagdarms, digt achter den pylorus. Zelden (b. v. bij *Sida*) bestaat slechts één zoodanige blindzak, die dan zich in het midden naar voren uitstrekt Dikwijls (bij de meeste Daphniden, Copepoden) zijn er twee. Deze zijn soms van grooten omvang, vooral bij *Nicothoë*, waar zij zich in de ter weerzijde van het ligchaam gelegen groote zakvormige aanhangsels uitstrekken. Bij vele Isopoden zijn er twee, bij *Lygia* (fig. 320) zelfs drie paren van zulke blinddarmen. In nog andere gevallen, b. v. bij *Argulus*, verdeelen zich deze organen in een groot aantal blind eindigende takjes, hetgeen dan geleidt tot de nog meer zamengestelde vormen dezer organen, gelijk zij bij de hoogere

Crustaceën voorkomen (fig. 316 bl. 413), waar zij gewoonlijk lever worden genoemd, maar waarbij zich dikwijls bovendien nog twee of drie onvertakte blinddarmen voegen, die zich deels aan den pylorus, deels op eenigen afstand daarvan, in den darm openen. Wij komen beneden daarop terug.

De endeldarm der Crustaceën is in het algemeen kort en iets naauwer dan het voorafgaande gedeelte des darms. Bij eenigen (*Astacus*, *Limnadia*, *Daphnia*) heeft men daaraan elkander met tamelijk regelmatige tusschentijden opvolgende zamentrekkingen waargenomen, waarbij water ingezogen en uitgespoten wordt, hetgeen aanduidt dat het achterste gedeelte des darms ook voor ademhaling dient.

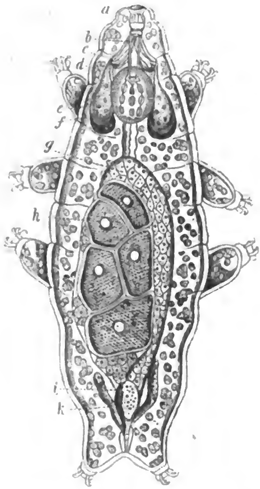
Bij eenige parasitisch op andere, hoogere Crustaceën levende soorten, vereenigd in de groep der Rhizocephali (1ste Afd. bl. 470), die, blijkens haar maaksel in den eersten jeugdigen toestand, ook in deze klasse te huis behooren, hoewel alle kenmerken van een Geleed dier verdwenen zijn, bestaat alleen in dien eersten toestand een spijsverteringskanaal, maar dat later verloren gaat of ten hoogste slechts een spoor overlaat. In de plaats daarvan vormen zich vertakte aanhangsels rondom een der beide ligchaamsopeningen, die als mond kan beschouwd worden. Deze aanhangsels dringen in de ligchaamsholte van de Kreeft of Krab, waarop zich het dier ophoudt, en omspinnen daar als het ware het darmkanaal en de lever. Zij zijn derhalve gedompeld in het bloed, dat zich tusschen de organen in de ligchaamsholte bevindt, en dienen deels tot vasthechting, deels tot opneming van voedsel door imbibitie, bijna als de wortelvezelen der planten.

Ook bij de mannetjes van verscheidene Rotatorien wordt een darmkanaal gemist, doch daar schijnt het van den aanvang af te ontbreken.

116. De spijsverteringstoestel der Arachnoiden stemt in sommige opzigten met dien der Crustaceën overeen, maar verschilt er in andere van. Zoo ontbreekt in het algemeen een kaauw-

maag, alleen met uitzondering van de Tardigraden (fig. 321), die zich ook in andere punten van hun maaksel, van de echte Arachnoiden verwijderen. Echter komt bij de Scorpioenen aan het einde van den naauwen slokdarm eene verwijding voor, die men als een krop of voormaag kan beschouwen; en ook de bijna regt opstijgende slokdarm der Spinnen mondt, na zich

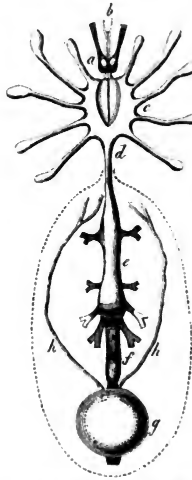
Fig. 321.



Macrobiotus Schultzei, 100-maal vergroot. Naar Greeff.

a inwendige papillen van den zuigmond; *b* slokdarm; *c* kaakjes; *d* spieren voor de beweging der kaakjes; *e* pharynx met kaauwplaatjes of kaauwmaag; *f* speekselklieren (?); *g* maagdarm; *h* eijerstok; *i* zaadblaas; *k* zaadklieren.

Fig. 322.



Darmkanaal van *Ctenisa coementaria*. Vergroot. Naar Dugès. *a* bovenslokdarmzenuwknoop; *b* slokdarm; *c* maag met de blinde aanhangsels in de ledematen; *e f* dunne darm; met de inmondingen der levervaten; *g* zakvormig verwijde dikke darm; *h* pisvaten.

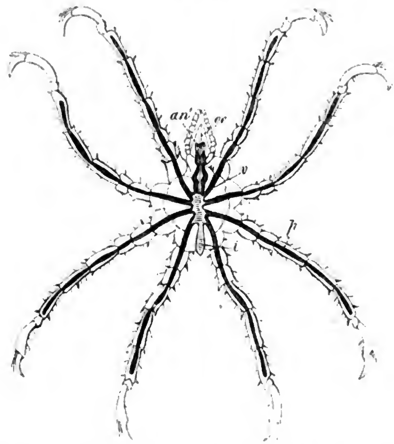
achterwaarts regthoekig omgebogen te hebben, in een dergelijk deel, dat als een zuigtoestel werkt en daartoe van spieren voorzien is, die zich aan de binnenvlakte van den ligchaamswand daarboven inplanten.

Een ander punt van verschil met de Crustaceën is, dat men bij de Arachnoiden duidelijker eene bijzondere afdeeling van het spijsverteringskanaal als chylmaag kan herkennen. Alleen bij de Scorpioenen is dit gedeelte slechts in geringe mate verwijd, maar in den regel, bepaaldelijk bij de eigenlijke Spinnen (fig. 322), vertoont zich de in het voorligchaam bevatte maag als een wijde zak, waarvan blinddarmen uitstralen, gewoonlijk vijf paren, die zich een eindweegs in de pooten en voelers uitstrekken, terwijl er zich bovendien bij eenigen nog andere beneden- en bovenwaartsche blindzakjes aan bevinden. De twee voorste dezer blindzakken buigen zich naar elkander toe en vereenigen zich tot een ring, waardoor heen een der spieren gaat, die voor de zuigbeweging van den krop dienen. Soms, namelijk bij *Mygale* en desgelijks bij *Galeodes*, vertakken zich die der achterste paren. Dergelijke blinddarmen, doch veel talrijker, tot dertig toe, ontspringen uit de maag van *Phalangium*. De grootste betrekkelijke lengte bereiken zij in de groep der Pycnogoniden (fig. 323 volg. bl.), waar zij zich in de pooten, tot bijna aan het einde van dezen, uitstrekken. Ook bij de meeste Acarinen, — met uitzondering slechts van de kleinere en lagere vormen, — ontspringen dergelijke blinddarmen uit het maaggedeelte van het spijsverteringskanaal, gewoonlijk ten getale van acht, soms echter vier of drie, in welk laatste geval zij zich gemeenlijk nog elk in twee takken splitsen. Zij dringen hier echter niet in de pooten, maar blijven binnen het eigenlijke ligchaam. Zelfs de Tardigraden verkondigen nog hunne verwantschap met de Arachnoiden door talrijke, doch zeer korte blindzakjes, waarmede hun maagdarm bezet is. Doch bij de ook in andere opzigten zeer afwijkende Linguatulinen, die slechts in den eersten jeugdigen toestand den vorm van Gelede dieren hebben, ontbreken zulke zijdelingsche uitstulpingen.

Wat de hoogste vormen van Arachnoiden, de Scorpioenen, betreft, zoo schijnt het, op den eersten blik, alsof zij ook hier gemist worden, doch in de maag openen zich twee buizen,

welke de uitlozingskanalen zijn van twee klieren, die gewoonlijk, op het voorbeeld van NEWPORT, als speekselklieren worden beschouwd, maar volgens BLANCHARD een zuur sap afscheiden

Fig. 323.



Ammothea pycnogonoides. *oe* slokdarm; *v* maag met de uitstulpingen in de kaken *an* en pooten *p*; *i* darm.

en, daar zij zich in de maag openen, veeleer geacht moeten worden de maagblinddarmen van andere Arachnoiden te vertegenwoordigen. Deze klieren bestaan uit een paar eironde kapsels, binnen welke een tot een kluwen gewonden blind eindigende buis bevat is, en bovendien uit een aantal digt opeen gehoopte klierblaasjes die mede hun secretieprodukt in het uitlozingskanaal uitstorten.

Bij de Phryniden (althans bij *Thelyphonus*), die in sommige opzigten het midden houden tusschen de Scorpioenen en de Spinnen, is de maag voorzien van vier paren zakvormige uitstulpingen.

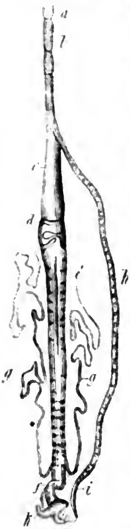
De op de maag volgende afdeeling van het spijsverteringskanaal der Arachnoiden, de eigenlijke darm, verschilt in lengte, overeenkomstig de ligchaamslengte des diers. Zoo is zij lang bij de Scorpioenen, en vooral bij de Linguatulinen, daarentegen uiterst kort bij de Pycnogoniden (fig. 323). Bij de echte Spinnen (fig. 322) maakt de darm een kleine binnenwaartsche bogt, en ook bij sommige Acarinen vertoont hij eene winding, doch overigens ligt hij gewoonlijk gestrekt. Daarin openen zich de galkanalen. Achterwaarts verwijdt zich de darm min of meer en is door eene insnoering gescheiden van den endeldarm, die hetzij, gelijk bij de Scorpioenen, lang en over zijne geheele lengte verwijd, of, gelijk bij de Spinnen, kort is maar zich tot een betrekkelijk wijden zak uitzet, alvorens zich met den aars buitenwaarts te openen. Ook in dit gedeelte van het darmkanaal, dat men ook wel den dikken darm noemt, openen zich kanalen, maar die de uitlozingsbuizen van excretie-organen zijn.

117. In de klasse der Insekten biedt het maaksel van het spijsverteringskanaal velerlei verschillen aan, die in overeenstemming zijn met de merkelijk grootere verschillen in de voeding welke hier bestaan, niet alleen bij onderscheidene soorten, maar ook bij dezelfde soort op onderscheiden leeftijd, zoodat de spijsverteringstoestel der larve niet zelden in maaksel zeer verschilt van dien van het volkomen insekt.

Als een tamelijk doorgaand verschil met de beide vorige afdeelingen kan men aanmerken dat, terwijl de afscheidende en opslorpende oppervlakte van het darmkanaal bij de Crustaceën en vooral bij de Arachnoiden, gelijk wij boven zagen, vergroot wordt door uitstulpingen, d. i. door blindzakken of blinddarmen, bij de Insekten daarentegen die vergrooting meer geschiedt doordat het voor de vertering en opslorping dienend gedeelte van het darmkanaal zich verlengt en dientengevolge zich in windingen legt, terwijl daarentegen de blindzak- of blinddarmvormingen, hoewel ook hier geenszins geheel ontbrekende, gelijk

beneden blijken zal, toch niet zulk eenen omvang bereiken als bij vele soorten der eerstgenoemde klassen.

Fig. 324.



Spijsverteringskanaal en vrouwelijke voortlelingswerktuigen van *Scolopendra*. Naar Kutorga.

a b slokdarm; *c* maag; *d* pylorus; *e* darm; *f* endeldarm; *gg* Malpighische buizen; *h* eijerstok; *i* eileider; *k* aarsklieren.

Intusschen bestaan er ook bij de Insekten vele gevallen, waarin het spijsverteringskanaal, zonder windingen te maken, regt doorloopt. Zoo s het bij de meeste Myriapoden (fig. 324), waar de slokdarm in een zeer langen, rolronden, regten maagdarm geleidt, die door eene insnoering nog in twee afdeelingen gescheiden is, waarvan de voorste als chylmaag kan beschouwd worden, terwijl de langere achterste afdeeling in een korten, dikwijls iets verwijden, endeldarm uitloopt. Alleen bij de Glomeriden, wier ligchaam betrekkelijk veel korter is dan dat der overige Myriapoden, maakt de maagdarm een zich naar voren en dan weder naar achteren ombuigende lis.

Met het algemeene maaksel van het spijsverteringskanaal der geene metamorphose ondergaande Myriapoden stemt nu dat van het spijsverteringskanaal der larven van vele Insekten overeen (fig. 326 D bl. 425), derhalve in die levensperiode gedurende welke het ligchaam voortgaat met groeijen, totdat het zijnen wasdom heeft erlangd en de spijsverteringsorganen voortaan nog alleen dienen om het voor de stofwisseling noodige voedsel te bereiden en zoo de levensverrigtingen te onderhouden, zonder dat het ligchaam meer in omvang of gewigt toeneemt, welk laatste integendeel in den regel zelfs minder bedraagt dan in den laatst voorafgaanden toestand. Toch neemt het darmkanaal der volkomen Insekten, na de metamorphose, gewoonlijk in lengte toe (fig. 326 E), waardoor het zich dan in windingen legt, maar die verlenging betreft voornamelijk dat gedeelte hetwelk als einddarm te be-

schouwen is. Het punt waar deze begint herkent men aan de inplanting der Malpighische vaten, d. i. van de buizen, die, gelijk beneden nader blijken zal, als uitlozingskanalen voor de pis dienen.

In sommige gevallen wordt echter het spijsverteringskanaal eerst na de metamorphose tot een doorloopende buis, die met eene mondopening begint en met eene aarsopening eindigt. Bij de larven van Bijen, Wespen, Ichneumons, *Strepsiptera*, heeft de betrekkelijk wijde middel- of maagdarm geene gemeenschap met den korten endeldarm, waarin toch de Malpighische vaten monden. Hetzelfde geldt van de larven van den Mierenleeuw, waar de endeldarm in een spintoestel is veranderd. Bovendien ontbreekt ook in het laatste geval, en evenzoo bij de larven van het verwante geslacht *Hemerobius* en van sommige Waterkevers *(Dytiscus)*, eene mondopening; maar de beide groote onderkaken hebben elk aan de spits eene opening, die door een kort kanaaltje in den slokdarm voert.

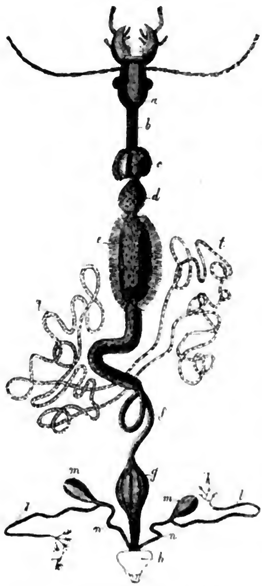
Tot de opmerkelijke bijzonderheden van het darmkanaal der larven behoort nog, dat het eindgedeelte daarvan bij die der Libelluliden tot een soort van pomptoestel is geworden, waardoor water ingezogen en uitgespoten wordt, op eene dergelijke wijze als, gelijk wij boven (bl. 417) vermeldden, dit ook bij sommige Crustaceeën geschiedt; doch, daar in dit gedeelte des darms van de larven der Libelluliden zich van talrijke tracheeën voorziene plooijen uitstrekken, is hier de beteekenis dezer verrigting als darmademhaling nog duidelijker.

In het maaksel van het spijsverteringskanaal der volkomen Insekten treden zoo vele wijzigingen op, zelfs bij soorten derzelfde orde, maar die in voedsel en levenswijze verschillen, dat het niet wel mogelijk is deze alle in een kort bestek zamentevatten. Wij zullen ons dus tot de voornaamste bepalen.

De slokdarm is bij eenigen, vooral bij verscheidene *Neuroptera*, *(Libellula*, *Sialis*, *Ephemera*, *Phryganea)*, maar ook bij eenige *Coleoptera (Chrysomelinae)*, eene eenvoudige buis, die overal va

gelijke wijdte is; doch bij het meerendeel der Insekten (fig. 325 en 326) bevindt zich daaraan een verwijd gedeelte, dat in het algemeen als krop (*ingluvies*) kan beschouwd worden, maar, al naar gelang van zijne verrigting, ook zuigmaag, voormaag *(proventriculus)* of kaauwmaag genoemd wordt. Daarvan kan men nog twee hoofdvormen onderscheiden. In eenige gevallen namelijk is de krop eene alzijdige (fig. 326 A, C), in andere eene eenzijdige verwijding des slokdarms (fig. 326 E, F). In het eerste geval kunnen de wanden hetzij eenvoudig week en vliezig zijn, zooals bij Wantsen, Bijen en Wespen; of wel aan hunne binnevlakte bevinden zich chitine-plaatjes of tandjes of stijve haartjes in overlangsche rijen, waarmede dan ook eene grootere dikte van den spierrok gepaard gaat. Zoo wordt de krop tot een kaauwmaag, gelijk bij de Sprinkhanen, Krekels en andere *Orthoptera*, alsmede bij verscheidene Insekten uit de orden der *Coleoptera* (b. v. *Carabus*, *Cicindela*, *Dytiscus*, *Bostrichus* enz.), der *Neuroptera (Panorpa*, *Thermes)*,

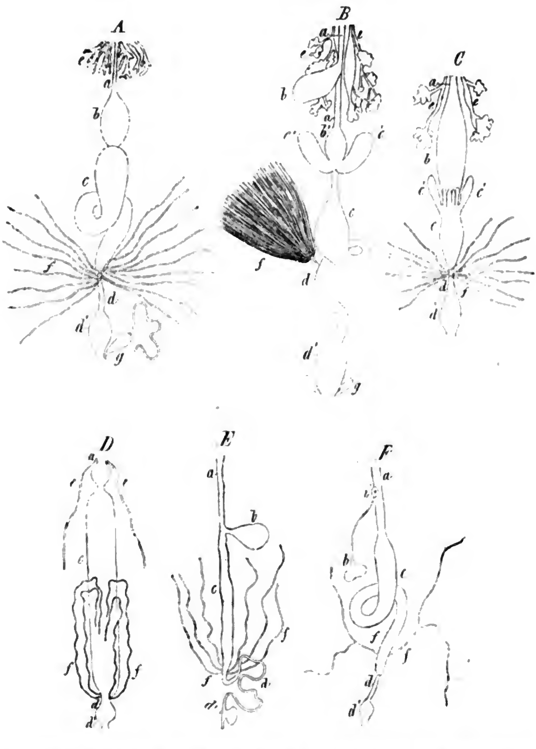
Fig. 325.



Spijsverteringstoestel van *Carabus auratus*. Naar LÉON DUFOUR.

a kop met monddeelen en sprieten; *b* slokdarm; *c* krop; *d* voor- of kaauwmaag; *e* chylmaag; *f* darm; *g* verwijd gedeelte van den endeldarm; *h* laatste achterlijfsegment; *k* aarsklieren; *l n* hare uitlozingskanalen; *m* spierachtige blaas daaraan; *tt* Malpighische vaten.

Fig. 326.



Spijsverteringstoestel van verschillende Insekten. Half schematisch. A van *Apis mellifica*, B van *Gryllotalpa vulgaris*, C van *Perla*, D van de larve van *Pieris brassicae*, E van de vlinder van *Pieris brassicae*, F van *Musca*.

a slokdarm; *b* krop of zuigmaag; *b'* voormaag; *c* chylmaag; *i* zuigplantje; *c'* blinddarmen aan de chijlmaag; *d* darm; *d' rectum*; *e* speekselklieren; *f* Malpighische vaten; *g* aarsklieren.

en der *Hymenoptera (Formica*, *Cynips)*. Soms evenwel, namelijk bij de Krekels (fig. 326 B) en eenige Kevers *(Carabus* (fig. 325), heeft de slokdarm twee achter elkander gelegen verwijdingen, waarvan de voorste vliezige wanden heeft en alleen de achterste tandplaten draagt. Men noemt dan gewoonlijk alleen de eerste dezer verwijdingen krop en de tweede voor- of kaauwmaag. In het algemeen hebben slechts zulke Insekten eene kaauwmaag, die harde, korte, tot bijten geschikte monddeelen bezitten en zich hetzij met harde zelfstandigheden voeden, die aan het plantenrijk ontleend zijn, of, gelijk bij vele Roofkevers het geval is, met eene levende prooi. Daarentegen hebben zulke Insekten, die geen harde of alleen tot opneming van week en vloeibaar voedsel geschikte monddeelen bezitten, eene eenvoudig vliezige voormaag.

Bij zeer vele zuigende Insekten grijpt echter het bovengenoemde tweede geval plaats, dat namelijk de krop, die dan altijd eenvoudig vliezig is, niet eene alzijdige maar eene eenzijdige verwijding des slokdarms is, welke men dan gewoonlijk zuigmaag of zuigblaas noemt. Ook daarvan laten zich nog twee hoofdvormen onderscheiden. De eerste dier hoofdvormen wordt vooral bij de *Lepidoptera* aangetroffen (fig. 326 E vor. bl.); hier bestaat de zuigmaag *(b)* uit een eenvoudigen peervormigen zak, die eene uitstulping des slokdarms is. De tweede hoofdvorm is gekenmerkt door de aanwezigheid van een korteren of langeren hollen steel, waarmede de zuigblaas zich in het vooreinde van den slokdarm opent; deze vorm is aan de *Diptera* eigen (fig. 326 F *b*). Niet zelden vertoont deze zuigblaas, zoowel bij *Lepidoptera* als bij *Diptera*, nog eene naar binnen springende plooi, waardoor zij tweelobbig wordt. Bij de *Diptera* ligt, ter plaatse waar de steel in den slokdarm overgaat, een spierachtig plaatje, het zoogenaamde zuigplaatje.

De op den slokdarm volgende afdeeling van het spijsverteringskanaal, de maag- of middeldarm, gewoonlijk hier chylmaag genoemd, is meestal van den slokdarm of van diens verwijding

de voor- of kaauwmaag, door een soort van kleptoestel gescheiden, bestaande hetzij uit een enkele kringvormige plooi, of, gelijk bij de Sprinkhanen en Krekels, uit vier of zes harde, naar elkander toe gekeerde tepeltjes, die uiteen wijken, wanneer de spijs in de chylmaag overgaat, maar haar terugkeer in tegengestelde rigting beletten. Deze chylmaag is dikwijls een eenvoudige cylindrische buis; soms echter zwelt deze plaatselijk aan. Hare betrekkelijke lengte en wijdte is in het algemeen het grootst bij de larven en neemt af bij de volkomen insekten, tenzij deze voortgaan zich met harde plantenzelfstandigheden te voeden, in welk geval de chylmaag zich ook in een of meer windingen legt. Doch hoewel in het algemeen de regel geldt, dat de zich met vloeibare stoffen of met het vleesch en bloed van andere dieren voedende insekten de kortste en naauwste chylmaag hebben, is dit een regel met vele uitzonderingen. Intusschen bewijst het maaksel der chylmaag dat zij het vooral is, waarin zoowel de vertering als de opslorping geschiedt. De inwendige epitheliumlaag is zeer week en bestaat uit rondachtige cellen, zonder chitinebekleeding. Ook is de chylmaag in zeer vele gevallen de zetel van daarin mondende blindzakjes of klieren, die dan eens (bij vele Kevers, vooral Roofkevers) de geheele buitenvlakte als een vlokkig bekleedsel overdekken (fig. 325), dan weder bepaalde plaatsen innemen en dan grooter zijn. Vooral is dit laatste het geval bij vele insekten uit de orden der *Orthoptera* en *Neuroptera*, waar zulke blindzakjes kransgewijs, ten getale van 4 (bij *Corydalis*), 6 (bij *Semblis*), 8 (bij *Perla* (fig. 326 C), *Blatta*, *Mantis*) of 12 (bij *Gryllus*), rondom het begin van de chylmaag geplaatst zijn. Bij *Gryllotalpa* (fig. 326 B) heeft men slechts twee zulke blindzakken, maar deze zijn dan ook merkelijk wijder dan bij andere verwante vormen (de Veldkrekels), en bij de Sprinkhanen vertoont zich de maag eenvoudig ter weerzijde zakvormig uitgestulpt, doch zonder dat deze uitstulpingen scherp van de maag gescheiden zijn. Blijkbaar bestaan er dus allerlei tusschentrappen, van eenvoudig plaatselijke verwijdingen van den maagwand af tot

aan die gevallen toe, waarin deze zeer talrijke, maar dan ook veel dunnere blinddarmpjes draagt, die, ofschoon nog steeds als uitstulpingen van den maagwand te beschouwen, toch te naauw zijn dan dat er de spijs in zoude kunnen doordringen, maar veeleer het karakter van klieren hebben, waardoor het voor de spijsvertering noodige maagsap wordt afgescheiden. Waar de maag uitwendig geheel glad is, d. i. noch duidelijke blinddarmpjes noch een vlokkig bekleedsel vertoont, gelijk het geval is bij vele plantetende Kevers (*Buprestis*, *Melolontha*, *Oryctes* enz.), daar geschiedt de maagafscheiding vermoedelijk door de in de dikte van den maagwand, even als in de maag der hoogere dieren, verborgen liggende lebkliertjes. Deze hebben gewoonlijk de gedaante van ronde blaasjes, met eene naar de holte der maag gekeerde opening en een protoplasma-bekleedsel aan de binnenvlakte, dat niet duidelijk in cellen gescheiden is.

Nog moeten wij hier bijvoegen dat dergelijke blinddarmpjes, als bij verscheidene volkomen insekten voorkomen, ook worden aangetroffen bij de larven van verscheidene Insekten, die deze in den volkomen toestand missen. Zoo komen drie kransen van blinddarmpjes aan het voor-, aan het achtereinde en aan het middengedeelte der maag van de larven van sommige Kevers (*Oryctes*, *Melolontha*, *Cetonia)*, en twee paren lange blinddarmen aan het voorste gedeelte van de maag der larven van sommige Vliegen (*Sarcophaga)* voor.

De op de chylmaag volgende darm is geenszins altijd scherp van deze gescheiden. Integendeel, in vele gevallen zet zich de eerste onmiddellijk in de tweede voort, zich daarbij slechts allengs vernaauwende, tot op het punt waar de Malpighische vaten intreden en dat gedeelte van den darm begint, hetwelk voornamelijk, zoo niet uitsluitend, voor de excretie schijnt te dienen en derhalve als endeldarm moet beschouwd worden. Zeer dikwijls bevindt zich deze inmonding der Malpighische vaten onmiddellijk achter het achter- of pylorus-einde der maag.

Een dunne darm, in den zin dien men daaraan bij andere

dieren hecht, komt derhalve slechts bij uitzondering bij de Insekten voor; het gedeelte dat men chylmaag noemt dient zoowel voor de opslorping als voor de vertering van het voedsel. Nog het meest wordt een afzonderlijke dunne darm bij Insekten uit de orde der *Hemiptera* aangetroffen. Bij de Cicaden bereikt deze zelfs eene geheel buitengewone lengte, zoodat hij verscheidene windingen maakt; maar bovendien vertoont de darm hier de opmerkelijke bijzonderheid, dat hij, na zich eenige malen gewonden te hebben, zich wederom naar voren keert en door een plooi van het voorste gedeelte van den maagwand wordt opgenomen, om daaruit vervolgens weder te voorschijn te treden, in dier voege, dat het den schijn heeft als of de darm op twee plaatsen uit de maag komt (Doyère).

Het voorste gedeelte des darms is in het algemeen een dunne cylindrische buis, die zich meestal nabij haar uiteinde zakvormig verwijdt. Dit verwijde gedeelte wordt gewoonlijk meer bepaaldelijk met den naam van *rectum* bestempeld of ook wel met dien van dikken darm *(intestinum crassum s. colon)*, terwijl dan de naam van *rectum* aan het korte, daaruit ontspringende, naauwer aarseinde gegeven wordt.

Het voorste, dunne, buisvormige gedeelte verschilt zeer in lengte. In het algemeen is het bij de larven zeer kort; ook bij vele volkomen Insekten, vooral uit de orden der *Orthoptera*, *Neuroptera* en *Hymenoptera*, verkrijgt de darm slechts eene geringe lengte. Daarentegen ontbreekt het ook niet aan gevallen, waarin de darm eene aanmerkelijke lengte bereikt en zich dan in eenige windingen legt. Aan den binnenwand van het achterste verwijde gedeelte bevinden zich meestal op dwarse rijen geplaatste tepeltjes, die soms, vooral bij *Coleoptera* en *Lepidoptera*, zeer talrijk zijn. In of onmiddellijk achter dit verwijde gedeelte openen zich ook de aarsklieren ten getale van een, twee of vier, hetzij als eenvoudige blindzakjes of blinddarmpjes, of van een iets zamengestelder maaksel.

Speekselklieren.

118. Wanneer men onder dezen algemeenen naam alle klierachtige organen zamenvat, die hun secretie-produkt hetzij in den slokdarm, of in de mond- of keelholte, of eindelijk in deelen die in den omtrek van den mond geplaatst zijn, uitstorten, dan behooren daartoe, behalve de een waar speeksel afscheidende klieren, ook nog eenige andere, waardoor hetzij eene giftige of eene tot spinnen geschikte zelfstandigheid wordt gevormd en naar buiten gevoerd. Dat deze echter uit een morphologisch standpunt veeleer tot de huidklieren moeten gerekend worden te behooren, is reeds vroeger (bl. 141) opgemerkt.

Het zeldzaamst worden zulke klieren aangetroffen in de klasse der Crustaceeën. In hare hoogere groepen schijnen zij zelfs geheel te ontbreken. Wel bestaat bij de Decapoden een ter weerzijde voor de kaauwmaag gelegen klierachtig orgaan, de zoogenaamde groene klier, die zich met een uitlozingskanaaltje buitenwaarts opent, maar vermoedelijk is dit een excretie-orgaan en zal als zoodanig beneden nader vermeld worden. Bij sommige Phyllopoden, Daphniden en Copepoden kent men echter eenige nabij den mond gelegen kliertjes, die met meer waarschijnlijkheid voor speekselklieren kunnen gehouden worden. Bij *Argulus* monden zij in de tot steken ingerigte zuigsnuit en scheiden vermoedelijk eene voor kleine dieren giftige stof af.

Daarentegen zijn speekselklieren zeer verbreid bij de lucht inademende Gelede dieren, hoewel in alle daartoe behoorende groepen soorten voorkomen die deze organen missen. Dat de door sommigen als speekselklieren beschouwde organen, die bij de Scorpioenen ter weerzijde van den slokdarm gelegen zijn, veeleer vergelijkbaar met de maag-blinddarmen van andere Arachnoiden zijn, is reeds boven (bl. 419) gezegd. Eenige meerdere aanspraak op den naam van speekselklieren hebben de twee lange, gewonden blinddarmvormige deelen, die bij *Galeodes* in het achterste gedeelte van den slokdarm monden. Bij *Telyphonus*

en bij eenige Spinnen liggen op de maag en het achterste gedeelte van den slokdarm klierachtige organen, die door sommigen ook voor speekselklieren zijn gehouden. Met meer grond kunnen de bij de soorten der laatstgenoemde orde voorkomende giftklieren als gewijzigde speekselklieren worden beschouwd. Zij liggen ter weerzijde van het voorste gedeelte van den slokdarm, en haar uitlozingsbuizen zetten zich voort in de holte der bovenkaken, die nabij hare spits eene opening hebben, waardoor het gift zich in de wond stort. Vele Acarinen (*Ixodes* en verwante vormen) zijn in het bezit van ware speekselklieren, en ook de Tardigraden hebben twee paren eironde zakjes, die als zoodanig geduid kunnen worden.

Onder de Insekten zijn er waar de speekselklieren geheel ontbreken, namelijk bij eenige *Neuroptera (Libellula*, *Ephemera*) en verscheidene *Coleoptera* (*Carabus*, *Dermestes* e. a.), en bij diegenen welke in het bezit er van zijn, vertoonen deze organen nog zeer verschillende graden van zamengesteldheid (verg. fig. 326 bl. 425). Zoo hebben de meeste Kevers slechts een enkel paar korte buisvormige speekselklieren; ook bij het meerendeel der *Diptera* en bij de *Lepidoptera* in den volkomen toestand komen slechts twee buisvormige speekselklieren voor. Doch de larven der laatstgenoemden bezitten bovendien twee spinklieren, die bij sommige soorten eenen grooten omvang verkrijgen, zoodat zij zich tot ver achter in de ligchaamsholte uitstrekken en zich ter weerzijde van het spijsverteringskanaal in windingen leggen. Zij bestaan uit drie afdeelingen, namelijk: 1° een lang dun buisvormig deel, waarin de eigenlijke afscheiding der spinstof plaats grijpt, 2° een wijdere buis met spierachtige wanden, waarin zich de spinstof ophoopt, en 3° een daaruit ontspringend uitlozingskanaal, hetwelk zich vereenigt met dat der andere zijde en dan door een aan de onderlip geplaatst hoornachtig pijpje de spinstof naar buiten voert.

Eene hoogere zamengesteldheid erlangen de speekselklieren, hetzij door vermeerdering van het aantal paren, of door zich

in takken te verdeelen, waarbij dan ook gelobde, trosvormige of meer zamengedrongen, uit een grooter of kleiner getal van *folliculi* bestaande, kliermassa's kunnen ontstaan, terwijl het buisvormig gedeelte tot uitlozingskanaal wordt. Eindelijk komen er ook gevallen voor, waarin het uitlozingskanaal zich tot een vergaderzak uitzet, waarin het speeksel tijdelijk zich ophoopt.

Zelfs bij overigens na verwante vormen vindt men ten dien aanzien veel verschil. Zoo hebben onder de Myriapoden de soorten van *Geophilus* en *Julus* een paar eenvoudige buisvormige speekselklieren, die bij eerstgenoemd geslacht aan haar achtereinde iets aangezwollen zijn, terwijl zij bij het tweede zich van achteren tot een lis vereenigen; de *Scolopendra*-soorten hebben twee paren trosvormige klieren, waarvan het eene paar vermoedelijk als giftklieren moet beschouwd worden.

Onder de Insekten is het vooral de orde der *Orthoptera*, waarvan de meeste soorten in het bezit zijn van een zeer ontwikkelden toestel ter speekselafscheiding.

Overigens komen bij vele Insekten, inzonderheid bij Kevers die geen eigenlijke speekselklieren hebben, in de dikte van den wand des slokdarms zelven, een groot aantal eencellige klierblaasjes voor, die elk een dun uitlozingskanaaltje hebben, dat zich aan de binnenvlakte van het inwendige chitinebekleedsel opent. Het is zeer waarschijnlijk dat door deze slokdarmkliertjes een dergelijk vocht als elders door de speekselklieren wordt afgescheiden (SIRODOT).

Lever.

119. Herhaaldelijk hebben wij reeds gelegenheid gehad te doen opmerken, hoe men, ten gevolge van het streven om gelijke organen, als bij de Gewervelde dieren voorkomen, ook bij de overige afdeelingen des dierenrijks terug te vinden, er toe gekomen is om met den naam van lever deelen te bestempelen, waarvan het meer dan twijfelachtig is of zij inderdaad met een ware lever en niet veeleer met de buikspeekselklier of met

de pylorus-aanhangsels der Visschen vergelijkbaar zijn. Deze opmerking geldt ook van de deelen, die men bij de Gelede dieren gemeenlijk lever noemt.

Reeds boven (bl. 416, 419 en 427) zagen wij, dat zeer vele Gelede dieren, vooral Arachnoiden, maar ook eenige Crustaceën en Insekten, in het bezit zijn van blindzak- of blinddarmvormige uitbreidingen van de chylmaag of van dat gedeelte des maagdarms hetwelk daaraan beantwoordt. Hoewel nu deze deelen, wanneer zij wijd zijn, ook spijs kunnen opnemen, zoo wordt daardoor toch niet enkel de opslorpende maar ook de afscheidende oppervlakte der maag vergroot, en in die gevallen waar deze buisvormige aanhangsels dunner worden en zich vertakken, erlangen zij meer en meer het karakter van afscheidingsorganen of klieren, die haar secretieprodukt in de maag uitstorten.

Maar ook meer achterwaarts aan den maagdarm en, waar deze duidelijk in een maag en in een dunnen darm gescheiden is, aan laatstgenoemden, kunnen dergelijke klieren voorkomen, en het zijn dan meer bepaaldelijk deze die men als lever onderscheidt.

Opmerking verdient hier de tegenstelling tusschen de Insekten ter eener en de Crustaceën ter andere zijde. Terwijl het meerendeel der Insekten, gelijk wij zagen, in het bezit is van speekselklieren die een werkelijk de spijsvertering bevorderend vocht afscheiden, bezitten zij daarentegen, buiten de boven (bl. 427) vermelde, slechts in eenige gevallen aan de chylmaag voorkomende blinddarmpjes, geene afscheidende organen die hun secretieprodukt met de spijsbrei vermengen; zij hebben met name geen lever in den zoo even genoemden zin, tenzij men een gedeelte der Malpighische buizen als zoodanig beschouwe, een punt waarop wij beneden, bij de behandeling der excretorische organen, nog met een enkel woord terug komen. Bij de Crustaceën en Arachnoiden daarentegen, die meerendeels speekselklieren missen, of waar de daaraan door hare ligging beantwoordende klieren een giftig vocht afscheiden, waarvan men betwijfelen mag of

het ter bevordering der spijsvertering geschikt is, treft men niet alleen uitgestrektere blinddarmvormingen aan de maag of het voorste gedeelte van den maagdarm aan, maar bovendien meer zamengestelde klieren welker uitlozingskanalen zich in de daarachter volgende afdeeling des spijsverteringskanaals openen. Dat deze klieren, ofschoon gewoonlijk lever genoemd, toch functioneel veeleer met de buikspeekselklier overeenstemmen, wordt daardoor inderdaad waarschijnlijk gemaakt. Overigens kan de genoemde tegenstelling ten dien aanzien, tusschen de Insekten en de beide andere afdeelingen der Gelede dieren, slechts ten deele op rekening worden gesteld van het verschil der middenstof waarin de dieren leven, daar niet alleen de het water bewonende Crustaceeën maar ook de zich in de lucht ophoudende Arachnoiden een lever bezitten, terwijl deze daarentegen ook bij de waterbewoners onder de Insekten gemist wordt.

Er bestaan bij de Crustaceeën nog zeer verschillende graden in de ontwikkeling der lever genoemde organen. Bij vele lagere soorten dezer klasse (Copepoden, Daphniden, Cirripedien) is de lever slechts vertegenwoordigd door groepen van gekleurde cellen aan de buitenvlakte van het darmkanaal, soms gepaard gaande met op die punten voorkomende, korte, blindzakvormige uitstulpingen. Tot eene hoogere mate van differentieering geraakt de lever bij de Bopyriden, waar eene reeks van paarsgewijs achter elkander gelegen trosvormige klieren ter weerzijde in den darm monden. Ook bij de Stomatopoden strekt zich de lever over de geheele lengte van den darm uit en mondt op vele plaatsen daarin. Bij *Limulus* openen zich ter weerzijde twee uitlozingskanalen van de lever in den maagdarm. In de orden der Amphipoden en Isopoden openen zich gewoonlijk (met uitzondering der reeds genoemde Bopyriden) geene andere klieren in den darm, dan de reeds als aanhangsels van het maaggedeelte vermelde blinddarmvormige klieren, ten getale van twee of drie paren (fig. 327). De grootste ontwikkeling bereikt de lever bij de Kreeften (fig. 328) en Krabben (fig. 330 bl. 443),

waar zij bestaat uit twee groote, in talrijke lobben verdeelde kliermassa's, die ter weerzijde der maag gelegen (Kreeften) of door een boven den darm liggende tusschenlob vereenigd zijn (vele Krabben). De uit de afzonderlijke lobjes komende kanalen

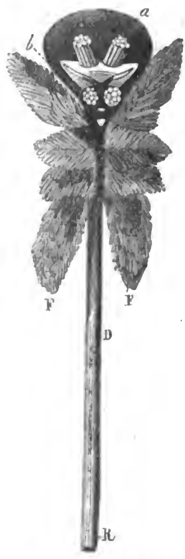
Fig. 327.



Darmkanaal van *Lygia*; naar MILNE EDWARDS.

a kauwmaag; *b* haar pylorus, *c* darm; *d* blinddarmen.

Fig. 328.



Spijsverteringstoestel van *Astacus fluviatilis*. M maag; *a* voorste maagspieren; *b* achterste maagspieren; D maagdarm; R endeldarm; F lever.

vereenigen zich tot twee ruime uitlozingskalen, die in het voorste gedeelte van den maagdarm onmiddellijk achter de kauwmaag monden.

Dat de zoo algemeen bij de Arachnoiden voorkomende blinddarmvormingen aan de chylmaag ook de beteekenis hebben van afscheidende organen, kan niet betwijfeld worden. Inzonderheid die van *Phalangium* en van de Scorpioenen bewijzen zulks door haar meer zamengesteld maaksel. Bij laatsgenoemden en desgelijks bij de Spinnen komen echter bovendien nog andere klieren voor, die ter weerzijde van den op de maag volgenden darm gelegen zijn en meer in het bijzonder als lever beschouwd kunnen worden. Zij openen zich bij de Spinnen (fig. 319 bl. 418) met drie, en bij de Scorpioenen met vijf uitlozingskanalen in den darm. Dergelijke klieren, met een nog grooter getal van uitlozingskanalen, worden ook bij *Galeodes* aangetroffen, doch bij de Acarinen en de Pycnogoniden worden zij gemist.

Nog andere met het darmkanaal in verband staande, maar grootendeels zoo niet uitsluitend tot excretie dienende, organen zullen beneden vermeld worden.

Bloedvaatstelsel.

120. Het bloed der Gelede dieren is in den regel kleurloos, en waar het eene groenachtige of roodachtige kleuring vertoont, gelijk bij eenige Insekten, is deze eigen aan het bloedvocht en niet aan de daarin drijvende bloedligchaampjes of bloedcellen. Deze laatste zijn van verschillende gedaante: rondachtig, lensvormig, spoelvormig, en ook van zeer verschillende grootte; zij bevatten meestal een aantal kleine vetmoleculen.

Ten aanzien der organen van den bloedsomloop bestaan er tusschen de Gelede dieren en de Weekdieren eenige overeenkomsten, maar tevens niet minder belangrijke verschillen.

Even als bij Weekdieren is een grooter of kleiner gedeelte van den bloedsomloop lacunair, d. i. het bloed is niet overal bevat binnen vaten, door eigene wanden begrensd, maar stroomt in de ruimten, die de organen en weefsels open laten. In dit opzigt bestaan, — trouwens wederom als in de afdeeling der Weekdieren, — allerlei graden. Bij eenige Gelede dieren, na-

melijk sommige lagere Crustaceeën uit de orden der Copepoden en Cirripedien en eenige lagere Arachnoiden uit de orde der Acarinen, is de bloedbeweging geheel lacunair. Zij wordt alleen onderhouden door de bewegingen der inwendige organen, inzonderheid die van het spijsverteringskanaal, en heeft derhalve in geene bepaalde rigting plaats. Bij verreweg de meeste Gelede dieren evenwel geschiedt die beweging in bepaalde rigtingen, ook daar waar de bloedstroom niet binnen vaten besloten is. Het bloed wordt namelijk voortgestuwd door een in de middellijn tegen de rugvlakte aan gelegen centraalorgaan, een hart, dikwijls ook rugvat genoemd, omdat het in zeer vele gevallen eene verlengde, min of meer buisvormige gedaante heeft. Gewoonlijk is het dan echter nog in een zeker getal van achter elkander gelegen kamertjes gescheiden, in overeenstemming met het getal der segmenten van het ligchaamsgedeelte, waarin het hart gelegen is. Door de zamentrekking der spierwanden van dit rugvat wordt dan het daarin bevatte bloed door het ligchaam rondgedreven. Hierbij moet men echter nog twee gevallen onderscheiden, al naar gelang alleen uit de voorste kamer een slagaderstam, eene voorste aorta, ontspringt, of zich daarbij nog een tweede, uit de achterste kamer komende slagaderstam, eene achterste aorta, voegt. In het eerste geval geschiedt de bloedbeweging in het rugvat uitsluitend van achteren naar voren, in het tweede deels naar voren, deels naar achteren. Bovendien kunnen in bepaalde gevallen nog paarsgewijs uit de kamers ontspringende dwarse of zijdelingsche slagaders het bloed daaruit naar buiten voeren. Onder den invloed van den eenmaal ontvangen stoot, die zich telkens bij elke nieuwe zamentrekking herhaalt, wordt het bloed nu verder voortbewogen. Deze voortbeweging geschiedt dan hetzij door de zich in al fijnere en fijnere takjes verdeelende slagaders, die echter ten slotte alle met opene mondjes eindigen en het bloed in de tusschenruimten uitstorten, of ook daar, waar zulk eene takverdeeling van ware vaten ontbreekt, langs vaste banen, die door de begrenzende organen en

het deze bekleedende bindweefsel gevormd worden. De terugkeer van het bloed in het hart heeft nimmer door ware aderen plaats, maar, na door de ademhalingsorganen in slagaderlijk bloed veranderd te zijn, verzamelt het zich in eene pericardiale ruimte of boezem, welke het hart omgeeft, en treedt dan dit laatste weder binnen door spleetopeningen, die paarsgewijs langs de zijden; soms aan de rugvlakte van het hart geplaatst zijn. Het getal dezer spleetopeningen kan van één paar tot meer dan honderd paren bedragen. Overal waar het hart duidelijk in kamers verdeeld is, heeft elk van deze twee zulke spleetopeningen. Een eigen klepvliestoestel, zoo ingerigt dat het bloed, hetwelk eenmaal naar binnen is getreden, bij de zamentrekking van de kamer, van zelf de spleetopening sluit, verhindert den terugkeer van het bloed uit het hart in de pericardiale ruimte, terwijl bovendien, bij eene duidelijke scheiding in kamers, ook deze zich in dier voege aan elkander sluiten, dat een terugkeer van het bloed uit de voorwaarts gelegen kamers naar de achterwaartsche belet wordt. De zamentrekking is eene actieve beweging, zetelende in de spierwanden van het hart zelf; de uitzetting daarentegen is het gevolg van de meer passieve werking van veerkrachtige bandachtige deelen, waarmede het hart aan de binnenvlakte van het huidskelet bevestigd is.

Waar het hart niet in kamers verdeeld en dan ook niet buis- maar zakvormig is, moet men nog twee gevallen wel onderschei-scheiden. Deze enkelvoudigheid kan namelijk hetzij de uitdrukking zijn van de werkelijke aanwezigheid van slechts een enkele kamer, of het gevolg van eene zamensmelting van verscheidene kamers tot eene enkele.

In het eerste geval, dat alleen bij lagere vormen van Gelede dieren voorkomt, bepaalt zich ook het getal der spleetopeningen tot een enkel paar. In het tweede geval, dat slechts bij eenige der hoogste vormen bestaat, verkondigen nog drie of meer paren van spleetopeningen dat het zakvormige hart slechts schijnbaar enkelvoudig is, maar in werkelijkheid als beantwoordende aan

een veelkamerig hart moet worden beschouwd. Noch in het eene, noch in het andere geval is het hart der Gelede dieren het morphologische aequivalent van het hart der echte Weekdieren (der *Otocardia)*, want een voorkamer ontbreekt daaraan altijd. In zoo verre bestaat er echter overeenstemming met het hart der Tunicaten en der Brachiopoden. Eene vergelijking van het hart of rugvat der Gelede dieren met het rugvat der Chaetophoren en Hirudiniden stuit op nog grootere bezwaren, daar de aderlijke vaatbogen, waardoor het bloed bij dezen weder in het rugvat terugkeert (bl. 387), geheel ontbreken en door eenvoudige spleetopeningen vervangen worden. Inderdaad is het centraaldeel van den bloedsomloop der Gelede dieren een geheel eigendommelijk orgaan, dat, al heeft het ook gelijke verrigting als het hart of het rugvat van andere dieren, toch uit een morphologisch standpunt daarvan zeer wezenlijk verschilt.

Als een algemeen doorgaande regel ten opzigte van de plaats die door dit deel wordt ingenomen, kunnen wij hier nog bijvoegen, dat deze altijd afhankelijk is van die der ademhalingsorganen. Waar deze aan eene bepaalde plaats voorhanden zijn, hetzij als kieuwen of als longen, ligt ook het hart in hetzelfde ligchaamsgedeelte dat de zetel der ademhalingsorganen is, zoodat waar deze tot het vóórligchaam behooren, ook het hart daarin wordt aangetroffen, terwijl daarentegen, wanneer de ademhalingsorganen achterwaarts verplaatst zijn, ook het hart in het achterligchaam gelegen is. Bestaan de ademhalingsorganen uit buizen die zich door het geheele ligchaam verbreiden, dan bevindt zich het hart in het achterlijf, hetwelk ook de grootste tracheënstammen bevat, waarin de lucht door de uitsluitend of althans grootendeels zich aan het achterlijf bevindende ademopeningen in- en uitgelaten wordt.

Dit een en ander wordt echter eerst duidelijk door eene iets nadere beschouwing van de organen voor den bloedsomloop bij de verschillende klassen van Gelede dieren, welke wij thans op deze algemeene schets laten volgen.

121. In de klasse der Crustaceeën bieden de organen van den bloedsomloop allerlei trappen van meerdere of mindere volkomenheid aan, van het geheel ontbreken van een hart en daarvan uitgaande slagaderlijke vaten af tot aan een hart met een zeer ontwikkeld stelsel van slagaderlijke vaten toe, die zich in uiterst fijne takjes splitsen welke zich in verschillende organen verbreiden. Vergelijkt men ten dien aanzien de onderscheidene vormen van Crustaceeën onderling, dan komt men tot de overtuiging dat de bij hen waarneembare hoofdverschillen in het maaksel van het bloedvaatstelsel voornamelijk afhangen van twee omstandigheden.

Vooreerst blijft dit stelsel bij vele der lagere vormen dezer klasse staan op eenen trap, welke voor de hoogere vormen een voorbijgaande is.

In de tweede plaats wijzigt zich zijn maaksel, inzonderheid die van het hart en de daardoor ingenomen plaats, naar gelang van die der kieuwen. Beide maken inderdaad deelen van een enkel stelsel uit. Het hart, dat het uit de kieuwen terugkeerende bloed opneemt, ligt niet alleen steeds in dat gedeelte van het ligchaam, hetwelk ook de kieuwen draagt, maar het is ook korter of langer, d. i. meer zak- of buisvormig al naar gelang de kieuwen digt opeen gedrongen of meer van elkander verwijderd gelegen zijn.

Beide deze omstandigheden vereenigd geven den sleutel tot de verklaring der meest gewigtige verschillen. Echter moet men hierbij nog voegen de het geheele organisme der Gelede dieren kenmerkende eigendommelijkheid, die daarin bestaat, dat dezelfde deelen zich achter elkander als het ware herhalen, met andere woorden de segmentvorming, die echter nog meer of minder volkomen kan zijn.

Alle Crustaceeën verkeeren gedurende hunne ontwikkeling eenmaal in een toestand, waarin noch vaten noch hart aanwezig zijn en derhalve het ligchaams- of voedingsvocht, dat in de ruimten tusschen de organen bevat is, tevens het bloed vertegenwoordigt. Die toestand nu kan reeds hebben opgehouden

te bestaan op het oogenblik dat het dier uit het ei komt; maar in zeer vele gevallen worden de Crustaceeën uit de verschillende orden, ook eenige uit de hoogste, die der Decapoden, geboren in den *Nauplius*-vorm, d. i. als larven die een niet in segmenten verdeeld ligchaam en drie paren ledematen hebben (Verg. I[ste] Afd. Dl. III bl. 372). In dien eersten larvenvorm nu ontbreekt nog het hart, ook bij zulke soorten waar het later tot ontwikkeling komt. De ontwikkeling van dit deel kan echter uitblijven. Zoo is het bij een aantal soorten uit de orde der Copepoden, inzonderheid bij de zoodanigen, die slechts eene geringe ligchaamsgrootte bereiken. Intusschen is dit laatste geen volstrekt doorgaande regel, hetgeen nog daaruit blijkt dat ook bij de Cirripedien, waaronder verscheidene soorten eene tamelijke aanmerkelijke grootte erlangen, een hart geheel schijnt te ontbreken (DARWIN).

Waar nu het hart het eerst optreedt, hetzij dan als tijdelijk orgaan in den op den Nauplius-vorm volgenden larven-toestand, of als blijvend, zich niet veranderend orgaan, bij eenige der lagere Crustaceën (Daphniden, *Cypridina*), daar heeft het de gedaante van een kort, peervormig zakje, dat binnen in eenen pericardialen boezem, in de middellijn boven het darmkanaal gelegen is en twee zijdelingsche spleetopeningen heeft, waardoor het bloed in-, en eene voorste opening, waardoor het bloed uitstroomt. Deze voorste opening, nog min of meer buisvormig verlengd, is het eerste beginsel van de voorste hoofdslagader of aorta. In een iets meer gevorderd ontwikkelingstijdperk voegt zich bij de voorste slagaderlijke opening ook eene achterste, het eerste beginsel van de achterste aorta. Zoo is het bij eenige Copepoden *(Calaninae)*. De verdere ontwikkeling van het hart, hetzij dan gedurende de elkander opvolgende toestanden van hetzelfde individu of in de reeks van vormen gelijk deze in de onderscheidene orden vereenigd zijn, kan men zich nu voorstellen als in de hoofdzaak bestaande in eene segmentatie, d. i. in eene herhaling van achter elkander gelegen deelen, die elk voor

zich aan een enkelvoudig hart met eene voorste en achterste opening en twee zijdelingsche spleetopeningen beantwoorden. Zoo ontstaat dan het rugvat, als een inderdaad zamengesteld hart, dat in de orden der Phyllopoden, der Poecilopoden, der Isopoden, der Amphipoden, en zelfs nog in de familie der *Squillina* uit die der Decapoden, zich als een van min of meer duidelijke insnoeringen voorziene buis vertoont, die zijdelingsche spleetopeningen heeft. Het getal der paren van deze spleetopeningen en daarmede dat der afzonderlijke kamers is nog tamelijk verschillend. Bij onderscheidene Amphipoden en Isopoden bedraagt het 3 tot 7, 5 bij *Squilla*, 7 bij *Limulus* (fig. 329); bij beide laatstgenoemden bevinden zich de spleetopeningen aan de rugzijde; in de afdeeling der Phyllopoden is het getal het grootst, 10 tot 12 bij *Apus*, 20 bij *Branchipus*. Dat de plaats van het rugvat zich, gelijk reeds boven gezegd is, wijzigt naar die der kieuwen, blijkt het duidelijkst bij vergelijking der Amphipoden met de Isopoden. Bij de eersten ligt het rugvat in het voor-, bij de laatsten in het achterligchaam, juist in overeenstemming met de door de ademhalingsorganen ingenomen plaats. Hiermede desgelijks in overeenstemming is, dat het hart der hoogste Decapoden, der Krabben en Kreeften (fig. 330 en 331 bl. 444), niet alleen gelegen is onder het schild van den cephalothorax, dat ook de kieuwen overwelft, maar bovendien den buisvorm geheel verloren heeft en in plaats daarvan de gedaante van een korten, maar breeden, vier- of vijfhoekigen zak heeft aangenomen, zonder verdeeling in kamers, maar met drie paren spleetopeningen, waarvan twee ter weerzijde aan de rugvlakte geplaatst zijn, terwijl het derde aan de zijden gelegen is, tegenover de opening van de het bloed

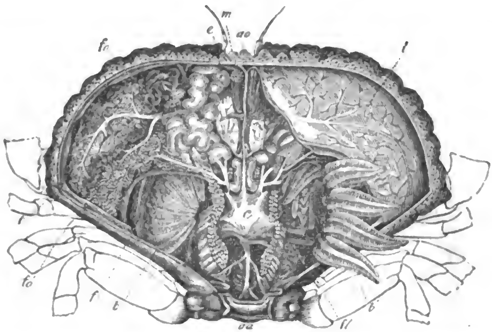
Fig. 329.



Hart van *Limulus rotundicauda*, verkleind. Naar VAN DER HOEVEN.
a voorste aorta; *b* achterste aorta; *ccc* spleetopeningen; 1—7 zijdelingsche slagaders.

terugvoerende kieuwkanalen in den pericardiaalsinus 1). Opmerking verdient het echter dat ook de Schizopoden, waaronder verscheidene soorten (*Mysis*, *Leucifer*) behooren die in het geheel geen kieuwen hebben, een dergelijk zakvormig hart bezitten, waaraan echter dan gewoonlijk slechts een enkel paar spleetopeningen voorkomt, even als ook bij de larven der hoogere Decapoden en bij *Cuma*, waar slechts een paar kieuwen bestaat.

Fig. 330.



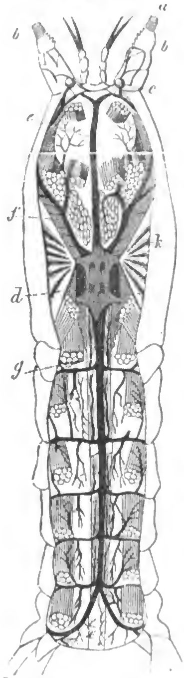
Cancer pagurus, van de rugzijde door wegneming van het rugschild, geopend. Naar MILNE EDWARDS. *c* hart; *ac* voorste slagader; *aa* achterste of buikslagader; *bb* kieuwen; *f* zweepvormig aanhangsel van den voorsten kaakpoot; *fl* bodem der kieuwholte; *e* maag; *m* voorste spieren der maag; *fo* lever; *t* gedeelte van het bekleedingsvlies onder het rugschild.

Wat het slagaderlijk stelsel betreft, hetwelk uit het hart of rugvat zijnen oorsprong neemt, zoo biedt dit in de reeks der Crustaceën allerlei ontwikkelingstrappen aan. In den eenvoudigsten toestand (zooals bij *Daphnia*) heeft het hart slechts eene enkele voorste opening. Deze kan tot een buis of vat uitgroeijen,

1) Eene hiervan afwijkende plaatsing der spleetopeningen aan het hart van *Homarus vulgaris* beschrijft echter LEMOINE (*Ann. d. Sciences natur. Zool.* 1868. T. IX p. 251). Hier zoude zich alleen het voorste paar spleetopeningen aan de bovenvlakte, het tweede aan de zijden, en het derde aan de ondervlakte van het hart bevinden.

en zoo ontstaat een **voorste aorta** (*aorta anterior*), ook wel **kopslagader** (*art. cephalica*) genoemd, die op eenigen afstand van het hart zich in het lacunen-stelsel opent. Op dien trap blijft het slagaderlijk gedeelte van het vaatstelsel staan bij de Phyllopoden. In de groepen der Poecilopoden (*Limulus* fig. 326 bl. 442), der Amphipoden en der Decapoden (fig. 328) ontspringt ook uit het achterste gedeelte van het hart een slagader, de **achterste aorta** (*aorta posterior*) of achterlijfslagader (*art. abdominalis*), die bij eenige Copepoden, zooals reeds gezegd is, door eene eenvoudige achterste opening aan het hart is aangeduid. Eindelijk kunnen ook (bij *Squilla*, *Limulus*, fig. 326) zich bij de genoemde voorste en achterste hoofdstammen nog zijdelingsche slagaders (*art. laterales*) voegen, die uit elk der kamers, aan de onderzijde van het hart, onder de spleetopeningen haren oorsprong nemen.

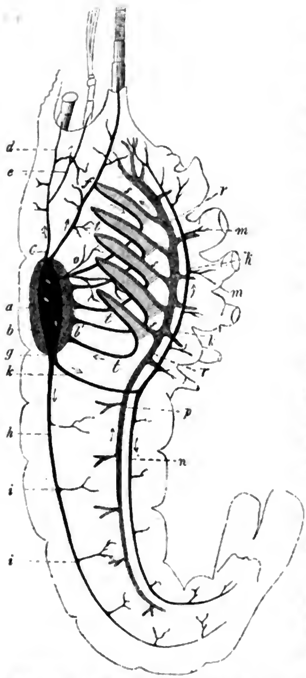
Fig. 331.



Homarus vulgaris, van de rugzijde geopend. *a* binnenste sprieten; *b* buitenste sprieten; *c* oogen; *d* hart; *e* voorste aorta of kopslagader; *f* sprietslagaders; *g* achterste aorta of achterlijfslagader; *k* kieuwholte met de kieuwen.

De genoemde hoofdslagaders kunnen zich nu al dan niet wederom in takken verdeelen, die het bloed naar de verschillende organen voeren. Ook in dit opzigt staan de Decapoden op den hoogsten trap. Bij hen gaat de vaatverdeeling zoo ver, dat zich ware haarvaten vormen. Bij *Squilla* ontspringen achtereenvolgens uit de voorste aorta de slagaders voor de beide groote sprieten, die voor de beide kleine sprieten, die voor de oogen enzv. In hoofdzaak is dit hetzelfde bij

Fig. 332.



Schematische voorstelling van het bloedsomloopstelsel in een Kreeft.

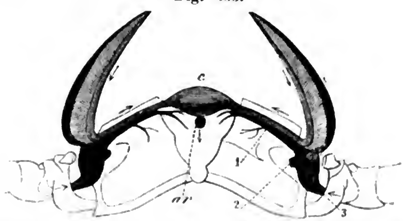
a hart; *bb'* pericardiaalsinus; *c aorta anterior*; *d art. ophthalmica*; *e art. antennularia*; *f art. antennaria*; *g aorta posterior*; *h art. abdominalis dorsalis*; *i i arteriae laterales*; *k* stam van de *art. sternalis k'*; *mm* pootslagaders; *n art. abdominalis ventralis*; *o art. hepatica*; *p* buiksinus, zich voortzettende in *rr* sternaalsinus; *ss* aanvoerende kieuwkanalen; *tt* afvoerende kieuwkanalen.

de Krabben en Kreeften (fig. 330, 331, 332); alleenlijk ontspringen de grootes prietslagaders (*art. antennariae*) bij dezen reeds aan de basis van de voorste aorta of zelfs ter zijde daarvan uit het hart zelf, zoodat hier eene dergelijke verandering plaats grijpt als waardoor ook in het hart der Gewervelde dieren de *truncus arteriosus* tot een bestanddeel daarvan wordt (verg. 2de Dl. 2de Afd. bl. 372). Uit deze zijdelingsche stammen komen dan ook de takken voor de maag en verscheidene huidtakken; een paar leverslagaders (*art. hepaticae*) ontspringt vooraan uit de ondervlakte van het hart.

De achterste aorta komt alleen bij de Kreeften en Krabben tot hare volle ontwikkeling. Terwijl zij elders waar zij voorkomt dun is en onverdeeld, splitst zij zich hier reeds kort na haar oorsprong in twee takken, de rugachterlijfslagader (*art. abdominalis dorsalis*) en de borstslag-

ader *(art. sternalis)*. De rugachterlijfslagader, die vooral bij de Kreeften sterk ontwikkeld is, zet zich regt achterwaarts voort, onder het afgeven van zijdelingsche takken in elk der segmenten. De borstslagader buigt zich benedenwaarts om en gaat vervolgens naar voren aan de onderzijde van den cephalothorax, waar zij achtereenvolgens takken voor de pooten en kaken afgeeft. Op het punt der ombuiging van de *art. sternalis* ontspringt een zich achterwaarts wendende tak, de buikachterlijfslagader *(art. abdominalis ventralis)*, die zich aan de onderzijde van het achterlijf uitstrekt. Al deze hoofdtakken splitsen zich vervolgens in al fijnere en fijnere takken, die echter ten slotte zich in de ruimten en boezems tusschen en om de organen openen. Onder deze boezems zijn er die eene kanaalvormige gedaante hebben, maar daarom nog geen ware aderen zijn, hoewel zij soms zoo genoemd worden.

Fig. 333.



Schematische voorstelling van den bloedsomloop in de cephalothoraxholte van een Krab; de pijltjes duiden de rigting van den bloedstroom aan; *c* hart of rugvat in loodregte doorsnede; *ar arteria sternalis*; 1, 2, 3, kieuwslagaders (*canales branchiocardiaci afferentes*) die het bloed voeren naar de boezems aan den grond der kieuwen. De *sinus pericardialis* is weggelaten.

Ook in dit aderlijk gedeelte van het bloedsomloopstelsel bestaan echter verschillende graden van differentieering bij onderscheidene Crustaceën, die in het algemeen gelijken tred houden met die der ademhalingsorganen. Waar deze, zoo als bij de Decapoden, tot volledige ontwikkeling zijn gekomen, verzamelt zich eerst het uit een aantal kanalen terugkeerende bloed in eenen kanaal-

vormigen buiksinus (fig. 332 *p* bl. 445), die de knoopen van de buikzenuwstreng omgeeft. Deze buiksinus zet zich in het benedengedeelte van den cephalothorax voort en verkrijgt daar eene aanmerkelijke wijdte, met zijdelingsche uitbreidingen in de nabijheid van de basis der kieuwen. Uit deze zijdelingsche boezems ontspringen kanalen (zoogenaamde kieuwslagaders, *canales branchiocardiaci afferentes*), die het bloed naar de kieuwen voeren, waaruit het dan vervolgens door andere kanalen (zoogenaamde kieuwaders, *canales branchiocardiaci efferentes*) terugkeert naar den rondom het hart gelegen pericardiaalsinus, waarin deze afvoerende kieuwkanalen met eene bovenwaartsche buiging zich openen, en van daar uit door de spleetopeningen het hart binnentreedt (fig. 332 en fig. 333). De het aderlijk bloed aanvoerende kanalen verloopen langs de buitenzijden der kieuwen, die welke het door de kieuwen gestroomde bloed weder terugvoeren langs hare binnenzijden.

Uit deze schets van den bloedsomloop bij de hoogste Crustaceën blijkt derhalve, dat al het aderlijke ligchaamsbloed eerst zijnen weg door de kieuwen moet nemen en daar slagaderlijk worden, alvorens weder den pericardiaalsinus, die hier de rol van een voorkamer vervult, en vandaar in het hart terug te keeren.

Met zekere wijzigingen, die in overeenstemming zijn met de verschillende plaats der kieuwen en van het hart, alsmede met de verlenging van dit laatste tot een rugvat, heeft ook de bloedsomloop der overige Crustaceën, voor zoover zij een hart bezitten, op eene dergelijke wijze plaats.

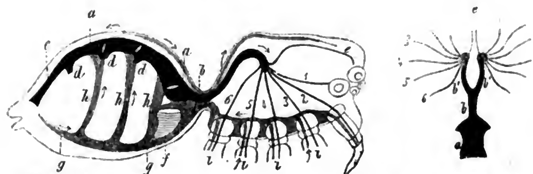
122. In de klasse der Arachnoiden ontmoet men schier even groote verschillen ten opzigte van de meerdere of mindere volkomenheid van het stelsel voor den bloedsomloop als in die der Crustaceën. Echter bereikt daar dit stelsel niet zulk een hoogen trap van concentratie als bij de hoogste vormen der laatste. Waar een hart voorkomt, heeft het steeds de gedaante van een rugvat. Tot hiertoe kent men zulk een deel noch bij de Tar-

digraden, noch bij de Acariden, hoewel het geenszins onwaarschijnlijk is dat bij sommige der hoogere soorten uit laatstgenoemde orde een hart van eenvoudig maaksel bestaat, dat alleen wegens de moeijelijkheid der waarneming tot dusver niet erkend is.

In de groep der Pycnogoniden is een boven het darmkanaal gelegen driekamerig hart met twee spleetopeningen door **Zenker** en **Krohn** aangewezen.

Fig. 334.

A *B*



Schematische voorstelling van het bloedsomloopstelsel in een Spin. Gevolgd naar Claparède.

A van ter zijde, B gedeelte van boven gezien.

a a rugvat; *b* voorste aorta; *b' b'* boogtakken der voorste aorta; *c* achterste aorta; *d d d* zijdelingsche vaten; *e* slagader voor de oogen; 1, 2, 3, 4, 5, 6 slagaders voor de kaken en pooten; *f* long; *g g* buiksinus; *h h h* banen daaruit naar het rugvat; *i i i* banen van het aderlijke bloed dat uit de pooten terugkeert.

Bij de Spinnen (fig. 334) ligt het rugvat in het achterlijf, waarvan het de kromming volgt. Het heeft 3 (bij *Lycosa* volgens Claparède) of 4 (bij *Mygale* volgens Blanchard) zijdelingsche spleetopeningen, waardoor het bloed uit de omgevende pericardiaalruimte intreedt, die echter, naar het schijnt, niet door een eigen vlies begrensd wordt.

In de orde der *Pedipalpi* is algemeen een uit verscheidene kamers zamengesteld rugvat aanwezig. Het naauwkeurigst bekend, vooral door de onderzoekingen van Newport en van Blanchard, is dat der Scorpioenen. Het ligt in het voor-achterlijf, waarvan het de lengte bijna evenaart, en bestaat uit 8 kamers, die door vleugelbanden aan den rugwand bevestigd zijn. Elke kamer heeft aan de rugzijde een paar spleetopeningen, die door

eenen duidelijken kleptoestel gesloten kunnen worden, op het oogenblik dat de kamer zich zamentrekt. Een pericardium, als begrenzend vlies van den pericardiaalsinus, is hier duidelijk voorhanden.

Het stelsel van slagaders, dat uit het rugvat der Arachnoiden zijn oorsprong neemt om vervolgens het bloed door het ligchaam te verdeelen, stemt in verscheidene opzigten met dat der Crustaceën, inzonderheid met dat van *Squilla*, overeen Evenals bij dezen ontspringt uit de voorste kamer eene *aorta anterior*, ook wel *art. cephalica* genoemd; voorts komt uit de achterste kamer eene *aorta posterior*, en uit elke kamer een paar *arteriae laterales*. Zoowel deze als de achterste aorta zijn bij de Spinnen, en desgelijks bij *Telyphonus*, kort en onvertakt, maar daarentegen bij de Scorpioenen, waar de achterste aorta gewoonlijk *art. caudalis* wordt genoemd, omdat zij het staartvormige naachterlijf van bloed voorziet, strekken zij zich veel verder uit. In elk segment van het na-achterlijf ontspringt uit de *aorta posterior* een paar takken, terwijl de takken der acht *arteriae laterales* zich voornamelijk in de lever verbreiden.

Zoowel bij de Spinnen als bij Scorpioenen gaat echter de hoofdstroom van het bloed door de voorste aorta. Deze treedt den cephalothorax binnen, derhalve bij de Spinnen door den korten steel waardoor deze met het achterlijf verbonden is. Reeds op korten afstand splitst zij zich in twee hoofdtakken (fig. 334 B), waaruit al de slagaders ontspringen, die zich naar de pooten, de kaken, de bovenslokdarmzenuwknoopen en de oogen begeven. In het voorbijgaan doen wij hier opmerken dat het verschil tusschen de Arachnoiden en de Decapode Crustaceën (bl. 445), ten aanzien van den oorsprong der pootslagaders, — bij de eersten uit de voorste, bij de tweeden uit een tak der achterste aorta, — geheel in overeenstemming is met de verschillende morphologische beteekenis der looppooten in beide afdeelingen. (Verg. de tafel tegenover bl. 152). Bij de Scorpioenen, maar niet bij de Spinnen, vereenigen zich vervolgens de beide hoofdtakken van

de voorste aorta tot een ring rondom den slokdarm, en uit dien vaatring neemt eene zich naar beneden en achteren keerende slagader haren oorsprong, die langs de bovenzijde van de buikzenuwstreng verloopt en daarom den naam van *art. spinalis* van NEWPORT ontvangen heeft, maar ook wel *art. abdominalis* genoemd wordt.

Terwijl nu bij de Spinnen de genoemde slagadertakken van de *aorta posterior* slechts tot op zekeren afstand eigene vaatwanden behouden en daarop het bloed in de ruimten tusschen de weefsels uitstorten, gaat daarentegen de takverdeeling bij de Scorpioenen veel verder, tot aan die van fijne haarvaten toe. Ook deze openen zich echter ten slotte in de lacunen tusschen de de weefsels en de organen, waar het aderlijk stelsel zijn begin neemt. Het aldaar aderlijk geworden bloed stroomt dan langs min of meer vaste banen naar de zich in het achterlijf aan de buikzijde ter weerzijde bevindende longenboezems *(sinus pulmonares)* en omspoelt de daarin gelegen longen, om vervolgens na aldaar in slagaderlijk bloed veranderd te zijn, wederom langs vaste banen *(canales pneumocardiaci)* naar den pericardiaalsinus en vandaar in het hart terug te keeren. Bij de Spinnen, waar, zoo als wij gezegd hebben, de pericardiaalsinus slechts door eene ruimte rondom het hart vertegenwoordigd wordt, ontbreken ook aan deze kanalen eigene wanden, maar bij de Scorpioenen zijn zoowel de pericardiaalsinus als de het bloed terugvoerende kanalen daarvan voorzien. Toch mogen de laatste niet als ware aderen worden beschouwd, omdat zij niet in het hart zelve monden; zij zijn niet anders dan uitbreidingen van den pericardiaalsinus.

123. Het hart der Myriapoden fig. 335) strekt zich in de geheele lengte des ligchaams uit en onderscheidt zich door het groot getal van kamers die het zamenstellen, hetgeen trouwens in overeenstemming is met het aanmerkelijk getal der ligchaamssegmenten. Volgens NEWPORT bedraagt dit getal bij *Scolopendra*

Fig. 335.



Rugvat van *Scolopendra*; met de zijdelingsche vleugelbanden; naar NEWPORT.

21; bij sommige *Julodea* is het nog veel grooter; zoo 73 bij *Spirobolus*, 160 bij *Gonibregmatus*. Elke kamer is door driehoekige vleugelbanden bevestigd. Eene *aorta posterior* ontbreekt, maar uit elke kamer komen *arteriae laterales*, namelijk een enkel paar bij de Chilopoden, die ook een enkel paar pooten aan elk ligchaamssegment hebben, maar twee paren in die ligchaamssegmenten der Chilognathen, welke van een dubbel pootenpaar voorzien zijn. Uit de voorste kamer komt eene korte aorta, welke, even voor dat zij den kop binnnentreedt, zich in drie takken splitst, waarvan de middelste zich in het kopsegment vertakt, terwijl de beide zijdelingsche, na takken aan de kaken te hebben afgegeven, op eene dergelijke wijze als wij het boven van de Scorpioenen gezegd hebben, zich tot een vaatring rondom den slokdarm vereenigen, waaruit dan een zich achterwaarts keerende *art. spinalis* ontspringt. Deze loopt langs de geheele buikzenuwstreng en geeft takken af, die de daaruit ontspringende, zich naar de pooten begevende zenuwen vergezellen.

124. De Insekten, wier geheele ligchaam als het ware tot een enkel ademhalingsorgaan is geworden, daar de tracheën de lucht door alle organen verbreiden, staan daarentegen, wat het bloedvaatstelsel betreft, op eenen lageren trap dan vele andere Gelede dieren. Dit bepaalt zich tot een in het achterlijf gelegen, meestal uit acht kamers zamengesteld rugvat, hetwelk door even zoovele driehoekige vleugelbanden is bevestigd (fig. 336 volg. bl.). Alleen de voorste kamer zet zich voort in eene aorta, die, de borst doorgaande en den kop intredende,

Fig. 336.



Rugvat van *Melolontha vulgaris*; naar STRAUSS DURCKHEIM.

a a a—b kamers van het ruggevat, de voorste overdekt door de vleugelbanden *f*; *g g* overige vleugelbanden; *c d* aorta; *e e e* spleet-openingen op de grenzen der kamers.

aldaar, onder den bovenslokdarmzenuwknoop het bloed, hetzij door eene enkele opening of door eenige, in elk geval zeer korte takjes, in de vrije ruimten die alleen door de organen en hunne deelen begrensd worden, uitstort. Verreweg het grootste gedeelte van den bloedsomloop geschiedt derhalve langs banen die niet door vaatwanden begrensd zijn. Desniettegenstaande is de bloedsbeweging der Insekten eene zeer regelmatige, gelijk het onderzoek leert hetzij van kleine insekten of hunne larven, die in hun geheel doorschijnend genoeg zijn om den bloedsomloop door het mikroskoop te kunnen waarnemen, óf van doorschijnende ligchaamsaanhangsels, gelijk de vleugels, zoolang deze nog niet door uitdrooging verhard zijn, de pooten, de sprieten, de tracheënkieuwen van sommige larven enz. 1). Het blijkt dan dat de bloedstroomen zich in bepaalde rigtingen bewegen. Men neemt vier hoofd-

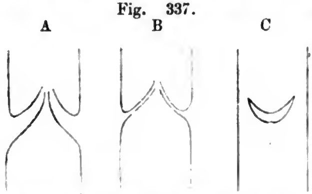
1) Reeds in 1844 gaf Dr. M. C. VERLOREN, in zijne bij de Belgische Akademie bekroonde prijsverhandeling over dit onderwerp, eene lijst van 90 soorten van Insekten uit alle orden, waarin de bloedsomloop hetzij door hem of door anderen was waargenomen.

De groote regelmatigheid langs lisvormige banen, die de rondstrooming van het bloed in doorschijnende deelen van het ligchaam van sommige Insekten vertoont, verklaart zich door de stijfheid van het huidskelet, waardoor die deelen slechts weinig of niet van vorm veranderen en de daarbinnen gelegen organen op hunne plaats blijven.

Herhaaldelijk zijn echter waarnemingen medegedeeld, ten betooge dat de Insekten in het bezit van een uitgestrekter vaatstelsel zouden zijn. Zoo meende vroeger J. MULLER eene vaatverbinding van het rugvat met de eijerstokbuizen gevonden te hebben, die echter later gebleken is slechts door de bandachtig verlengde einden dezer buizen gevormd te worden. Reeds TREVIRANUS, later ook NEWPORT, meenden bij *Lepidoptera* een zoogenaamd buikvat, vergelijk-

stroomen waar, die van voren naar achteren gaan en de van elders komende kleinere stroomen opnemen, namelijk: een onder het rugvat, een tweede langs de buikzenuwstreng en twee andere langs de beide groote zijdelingsche tracheënstammen (VERLOREN). Uit deze hoofdstroomen buigt zich het bloed, wederom langs vaste banen, naar het rugvat toe en treedt de spleetopeningen binnen. Een door een eigen wand begrensde pericardiaalsinus bestaat hier evenmin als bij de spinnen. Toch is er eene daaraan beantwoordende ruimte, die gevormd wordt, doordat elke vleugelband zich nabij het rugvat in twee platen splitst. De bovenste dezer platen hechten zich ter weerzijde aan de kamers van het rugvat, terwijl de onderste elkander aan zijne ondervlakte ontmoeten, zoodat tusschen beiden eene ruimte overblijft (NEWPORT). De zijdelingsche spleetopeningen in elke kamer (fig. 336 en fig. 337) zijn schuins voorwaarts gerigt en worden begrensd door de naar binnen springende

Fig. 337.



Schematische voorstelling van den kleptoestel in het rugvat van een Insekt. (Naar VERLOREN).

A en B Gedeelte van het rugvat in horizontale doorsnede, A bij wijd openstaande, B bij gesloten spleetopening; C van ter zijde.

---

baar bij de *art. spinalis* der Scorpioenen en der Myriapoden, ontdekt te hebben. LEYDIG (*Arch. f. Anat. u. Phys.* 1862 p. 565) toonde echter aan dat dit zoogenaamde vat een boven de keten van buikzenuwknoopen gelegen bandachtige streng is. Het meeste opzien baarde echter de voorstelling van BLANCHARD (*Ann. d. scienc. nat.* 1848 3me. sér. IX. p. 372, 1849 XII, p. 319, XV p. 371 en in zijn werk: *Organisation du Règne animal*), die, op grond van door inspuitingen verkregen uitkomsten, beweert dat de ruimte tusschen de beide vliezen, welke den wand der luchtbuizen vormen, als een deel van de baan moet worden beschouwd, welke het bloed bij zijne rondstrooming aflegt. Deze voorstelling, naar het scheen op afdoende gronden van verschillende zijden (door DUJARDIN, JOLY e. a.) wederlegd, vond echter in nieuweren tijd eenen verdediger in J. KUNKEL (*Ann. d. sciences naturelles. Zool.* 1868 T. X. p. 86.), die zelfs beweert dat het buitenste vliesje der luchtbuizen in de fijnste takjes van dezen tusschen de spieren zich voorbij het blinde einde van het binnenste vlies, dat de lucht begrenst, zoude voortzetten, onder de gedaante van uiterst fijne vaatjes, waarin het bloed zoude rondstroomen. Het is echter duidelijk, dat, zelfs indien het feitelijk waargenomene door hem juist geduid is, het in die fijne vaatjes bevatte vocht geen bloed kan zijn, daar de bloedligchaampjes hiertoe veel te groot zijn.

wanden van het rugvat zelf, indiervoege dat daardoor een kleptoestel ontstaat, welke het terugkeeren van het bloed belet, omdat zich dan de voorste en achterste wandgedeelten tegen elkander aanleggen en zoo de opening sluiten. Ditzelfde gebeurt ook gedurende de zamentrekking, wanneer het bloed uit de eene kamer in de andere gedreven wordt, terwijl de spleten zich daarentegen bij elke uitzetting van het hart openen.

De verschillen in het maaksel van het rugvat bij onderscheidene Insekten bepalen zich hoofdzakelijk daartoe, dat bij eenigen, vooral larven, de verdeeling in kamers minder duidelijk is dan gewoonlijk, alsmede dat het getal der spleetopeningen soms (vooral bij Musciden) beneden, zelden boven (9 bij *Ephemera*) het genoemde normale getal 8 klimt.

Bij eenige Insekten (vooral uit de orde der *Hemiptera)* zijn in het bovengedeelte der schenen, digt bij de dij, kloppende of juister heen en weder gaande organen waargenomen, welker beweging onafhankelijk van die van het rugvat is, maar vermoedelijk de strooming van het bloed door de pooten ondersteunt (Behn, Verloren).

Ademhalingsorganen.

125. De ademhaling der Gelede dieren kan langs drie hoofdwegen plaats grijpen: vooreerst namelijk door de huid, hetzij dan door de algemeene huidoppervlakte of door aanhangsels daarvan, die zich aan bepaalde plaatsen ontwikkelen en dan den naam van kieuwen dragen; ten tweede door het achterste gedeelte van het darmkanaal, en ten derde door binnen het ligchaam gelegen zakjes of zich vertakkende buizen, waarin de lucht kan dringen door middel van openingen aan de buitenvlakte des ligchaams.

Wanneer de dieren voor een verblijf in het water bestemd zijn, geschiedt de ademhaling langs de eerste dezer beide hoofdwegen, waaraan zich in bepaalde gevallen de tweede paren

kan, terwijl de derde hoofdweg voornamelijk aan de in de lucht levende soorten eigen is.

Toch zijn er onder de in het water levende soorten een aantal die niet door kieuwen maar door luchtzakjes of door luchtbuizen ademhalen, terwijl er aan de andere zijde, onder degenen die alleen in het bezit van kieuwen zijn, soorten voorkomen, die zich tijdelijk in de lucht kunnen ophouden, en wier ademhalingstoestel dienovereenkomstig is ingerigt.

Enkele huidademhaling bestaat alleen bij eenige soorten uit de klassen der Crustaceën en der Arachnoiden, nimmer bij Myriapoden of Insekten. Kieuwen zijn kenmerkend voor het meerendeel der soorten van eerstgenoemde klasse, luchtzakjes of zoogenaamde longen voor de hoogere afdeelingen der tweede, terwijl vertakte luchtbuizen of tracheën bij de soorten der beide laatstgenoemde klassen, maar ook bij sommige Spinnen voorkomen.

Darmademhaling, door in- en uitpompen van luchthoudend water in den endeldarm, heeft zoowel bij sommige Crustaceën (bl. 417) als bij sommige larven van Insekten plaats.

126. Gelijk boven gezegd is, zijn er onder de Crustaceën een aantal soorten, die bijzondere ademhalingsorganen geheel missen en alleen door de huid ademhalen. Opmerking verdient het dat dit geenszins alleen het geval is bij zulke vormen, die ook in andere opzigten op eenen lageren trap van bewerktuiging staan, namelijk de Copepoden, Ostracoden en Rhizocephalen, maar dat kieuwen ook ontbreken bij verscheidene soorten die, gelijk *Mysis*, *Leucifer*, *Praniza*, zich door hunne geheele overige bewerktuiging het naast aan de hoogst ontwikkelde Crustaceën sluiten. Het ontbreken van kieuwen in zulke gevallen houdt echter op vreemd te zijn, wanneer men let op twee omstandigheden. Vooreerst vertegenwoordigen zulke vormen als de laatstgenoemden tot op zekere hoogte larventoestanden van andere hoogere Crustaceën, waarin ook bij dezen de kieuwen nog niet tot ontwikkeling zijn gekomen; en in de tweede plaats ont-

staan deze deelen eerst daar waar een groot gedeelte der huid door toenemende dikte van het uit chitine bestaande bekleedsel, waarin zich bovendien in vele gevallen nog kalkzouten hebben afgezet, voor water ondoordringbaar is geworden en derhalve voor de uitwisseling der gassen in het water met die in het bloed geen dienst meer kan doen. In het algemeen houdt dan ook de vorming van bijzondere voor de ademhaling bestemde aanhangsels of kieuwen gelijken tred met de verharding der huidbekleedselen over een grooter gedeelte des ligchaams.

Maar ook daar waar deelen aanwezig zijn, die meer dan andere voor de ademhaling geschikt zijn, uit hoofde der dunheid en weekheid der bekleedselen, en derhalve den dienst van kieuwen doen, zijn deze vaak nog geenszins als uitsluitend voor de ademhaling dienende organen te beschouwen. Integendeel, zulke aanhangsels kunnen ook nog andere verrigtingen hebben.

Men kan uit een morphologisch standpunt nog tweederlei zulke aanhangsels onderscheiden. Vooreerst namelijk kunnen de ruggedeelten der huidbekleedselen van eenige segmenten zich ter weerzijde uitbreiden, hetzij eenvoudig onder de gedaante van dekplaatjes, gelijk bij de Caligiden, of van een rugschild, gelijk bij *Apus* het geval is; of wel zij vormen een soort van mantel, die het grootste gedeelte van het overige ligchaam omgeeft, gelijk bij *Nebalia*, de Estheriden, de Ostracoden en Cirripedien. In laatstgenoemde klasse kan zelfs (bij *Balanus)*, wanneer de mantel eene kalkschaal afscheidt, de differentieering van bijzondere ademhalingsorganen daaraan nog iets verder gaan, door het ontstaan van binnenwaartsche plooijen aan de binnenvlakte des mantels, die als mantel- of rugkieuwen te beschouwen zijn.

In verreweg de meeste gevallen echter bevinden zich de voor ademhaling geschikte huiduitbreidingen der Crustaceeën niet aan de rug- maar aan de buikzijde der segmenten. Zij staan in een zeker verband tot de buikledematen. Dit verband biedt allerlei graden aan, van volkomen zamensmelting af, zoodat de

ledematen te gelijker tijd voortbewegingsorganen en kieuwen zijn, en dan ook kieuwpooten genoemd worden, tot eene geheele afscheiding toe, waarbij zich het verband nog alleen vertoont in de onderlinge nabijheid van de plaatsen van inhechting Hier heeft derhalve de verdeeling van den arbeid haren hoogsten trap bereikt.

Andere verschillen betreffen de plaats waar de tot kieuwen wordende huiduitbreidingen zich ontwikkelen: dan eens aan eenige der buikledematen van het vóór-, dan weder aan die van het achterligchaam, terwijl ook het aantal der aldus gevormde kieuwparen grootelijks verschillen kan, van 1 paar (b. v. bij *Cuma*) tot 60 paren (bij *Apus*) toe.

Ook de gedaante dezer tot kieuwen geworden huiduitbreidingen biedt velerlei verschil aan. Zij kan zijn: blaasvormig, buisvormig, bladvormig, pluimvormig, borstelvormig, enkel- of dubbel-gevederd.

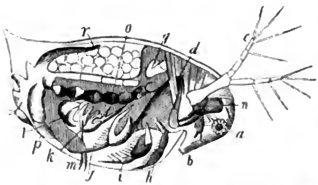
Voorts kunnen de kieuwen hetzij geheel vrij en onbedekt zijn, zoodat zij onmiddelijk door het water omspoeld worden, hetgeen dan nog bevorderd wordt door de beweging der ledematen waaraan zij gehecht zijn; of wel bijzondere deelen hebben zich tot dekplaten gevormd, waardoor de kieuwen overwelfd en beschut worden; en, wanneer door deze overwelving eene bijzondere kieuwholte ontstaat, binnen welke de kieuwen gelegen zijn, dan hebben zich tevens nog deelen ontwikkeld, welker bepaalde bestemming is door gepaste bewegingen het water in- en uit die kieuwholte en over de kieuwen zelve te voeren.

Eindelijk kunnen zich hier nog bijzondere inrigtingen bijvoegen, om, hetzij door het vochtig houden der kieuwen of door werkelijke toetreding van lucht voor de ademhaling, de dieren ook geschikt te maken voor een tijdelijk verblijf op het drooge.

Uit dit overzigt blijkt, dat er in den kieuwtoestel der Crustaceeën eene zeer groote verscheidenheid bestaat. Ook levert die toestel eenige der beste kenmerken tot onderscheiding der kleinere groepen, inzonderheid der familien en geslachten (Verg. de I[ste] Afd.).

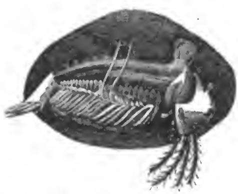
127. In de orden der Copepoden en Ostracoden zijn nog geene bijzondere ademhalingsorganen tot ontwikkeling gekomen; evenmin bij de Cirripedien, met uitzondering van de reeds boven vermelde gevallen, waar zich rugkieuwen binnen aan den mantel gevormd hebben. Ook bij de Daphniden hebben zich nog geen eigenlijke kieuwen gedifferenticerd, ofschoon de 4 ot 6 paren achterste ledematen niet meer aan de voortbeweging deelnemen maar alleen voor ademhaling schijnen te dienen (fig. 338). Dit leidt tot de Phyllopoden (fig. 339), waar het getal der voor de ademhaling dienende ledematen zeer toeneemt en van 11 tot 60 paren bedraagt, terwijl hunne beteekenis zich duidelijk verkondigt in de talrijke bladachtige aanhangsels, welke bij eenigen *(Apus)* zelfs blaasachtig aanzwellen. Bij sommige geslachten, *Branchipus*, *Artemia*, *Limnadia*, hebben alle zwempooten kieuwaanhangsels, bij *Apus* zijn zij het grootst aan de voorste, en bij *Nebalia* komen zij alleen aan de acht voorste, niet aan de vijf volgende voor. Bij *Limulus* dragen de vijf achterste paren achterlijfspooten bladvormige kieuwplaten, die als de bladen van een boek tegen elkander aan gelegen zijn. Het getal dezer platen is zeer aanzienlijk en neemt van de voorste dezer pooten, waar het ongeveer 150 bedraagt, naar de achterste af, waar het toch nog omstreeks 100 telt. In het

Fig. 338.



Daphnia pulex, vergroot. Naar MILNE EDWARDS. *a* oog; *b* snavel; *c* spriet; *d* bovenkaak; *h i j k l* eerste tot vijfde paar pooten; *g* hart; *m* na-achterlijf; *n* maag; *o* eijerstok; *p* aars; *r* broedholte met eijeren.

Fig 339.



Limnadia mauritiana, vergroot. De regter helft der schaal is verwijderd.

geheel kan het getal dezer kieuwplaten op omstreeks 1300 geschat worden (v. d. Hoeven). Al deze platen zijn huidverdubbelingen; zij zijn hol en hunne holten staan aan de basis met elkander in verband. In de wanden dezer platen verbreiden zich bloedkanalen. Aan het voorste paar achterlijfspooten bevindt zich mede eene bladvormige uitbreiding, die veel grooter en steviger dan de kieuwplaten der daarop volgende ledematen en in de middellijn met die der andere zijde vergroeid is. Zoo ontstaat een kieuwdeksel, dat over de kieuwen heen gelegen is en deze beschut, maar tevens door op en neder gaande bewegingen het water over de kieuwplaten doet stroomen en weder verwijdert.

Eenige overeenkomst hiermede hebben de kieuwen van vele Isopoden. Deze bevinden zich aan de vijf pootenparen van het achterlijf, die niet meer deel nemen aan de voortbeweging maar geheel voor de ademhaling zijn ingerigt. Zij bestaan (fig. 340 volg. bl.) elk uit twee groote vliezige maar, even als bij *Limulus*, holle platen en liggen dakpansgewijs over elkander heen. Soms (bij *Sphaeroma*, *Nerocila)* verkrijgen deze platen plooijen, of (bij *Jone)* zij verdeelen zich in strooken. Bij eenigen *(Oniscus*, *Porcellio)* verandert de voorste der kieuwplaten in een grootere en stevigere dekplaat, die dan de daaronder gelegen dunne, vliezige kieuwplaten beschut; in nog andere gevallen (bij *Idothea*, *Stenosoma)* is het ruggedeelte van het laatste achterlijfsegment zeer vergroot en overwelft eene ademholte, welke geopend en gesloten kan worden door de tot breede dekplaten geworden aanhangsels der pooten van het voorafgaande segment, die zich als deuren naar elkander toe of van elkander af kunnen bewegen. Bij het geslacht *Serolis* bestaat eene dergelijke inrigting, maar de drie paren voorste achterlijfspooten vervullen niet meer de rol van kieuwen, maar van organen die, door hunne heen en weder gaande beweging, het water door de daarachter gelegen ademholte drijven.

Eene belangrijke wijziging in den ademhalingstoestel wordt aangetroffen bij de op het land, ofschoon steeds op vochtige plaat-

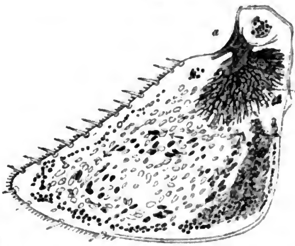
sen, levende Onisciden (fig. 340 en 341). De boven vermelde dekplaten stellen deze dieren in staat, door opneming van water, de daaronder gelegen kieuwplaten vochtig te houden. Maar bovendien

Fig. 340.



Ademhalingstoestel van *Porcellio dilatatus*. Naar N. WAGNER. Bij geringe vergrooting. *a a a* kieuwdeksels van het tweede en derde paar; *b b b* kieuwen; *c c* kieuwdeksels van het vierde en vijfde paar, afgesneden; *d* luchtademhalingsorgaan.

Fig. 341.



Een kieuwdeksei van het eerste paar, met den luchtademhalingstoestel; sterker vergroot; *a* zijne opening; *b* zijne takken. De pijltjes wijzen de rigting van den bloedstroom aan.

zijn zij in het bezit van eenen voor luchtademhaling geschikten toestel, welke eene merkwaardige toenadering daarstelt tot de ademhalingsorganen der Spinnen en Insekten. Deze toestel ligt hetzij alleen in het voorste paar der dekplaten of ook (bij *Porcellio armadilloides*, volgens LEREBOULLET) in de vier daarop volgende, en bestaat uit een zakje, waaruit talrijke zich vertakkende en blind eindigende buisjes komen (fig. 341 *b*), die met lucht gevuld zijn en gelegen te midden van het bloed dat in de holte van het dekplaatje rondstroomt. Bij *Oniscus* en *Porcellio* opent zich dit zakje aan de binnenzijde van het dekplaatje, nabij de basis. Bij *Tylos* geven verscheidene knoopgatvormige spleetjes, die zich mede aan de binnenzijde bevinden, daarheen toegang

De kieuwen der Amphipoden worden, in tegenstelling met

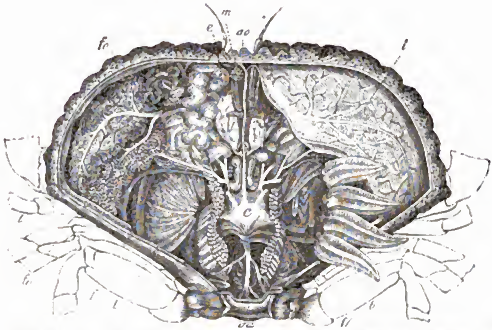
die der Isopoden, aan de pooten van het voorligchaam aangetroffen. Het gewone getal der kieuwen dragende pooten is 5 of 6, maar in de onderorde der Laemodipoden daalt het tot 3 of 2 paren. De gedaante der kieuwaanhangsels is ook hier, hetzij die van holle blaadjes of van blaasjes, die zich echter in verscheidene gevallen (bij *Euphausia*, *Sergestes*, *Lophogaster* e. a.) ook in meerdere of mindere mate vertakken kunnen. In eenige gevallen treedt ook een dektoestel op. Zoo bij *Gammarus*, *Talitrus*, waar deze bestaat uit de overwelvende ruggedeelten der vier voorste borstsegmenten en de schildvormige uitbreidingen der dijen van de drie daarop volgende pootenparen, en bij *Typhis*, waar de ledematen van het zesde en zevende segment in twee paren groote kleppen veranderd zijn, die de kieuwaanhangsels der daarvoor gelegen ledematen omvatten.

De soorten der geslachten *Squilla* en *Gonodactylus* uit de onderorde der Stomatopoden hebben vijf paren pluimvormige, geheel onbedekte kieuwen, die ontspringen aan de basis van elk der vijf paren valsche pooten aan de vijf voorste ringen van het na-achterlijf. Bij andere soorten dezer onderorde, gemeenlijk vereenigd in de familie der Schizopoden, komt echter niet zulk een uitgebreide ademhalingstoestel voor en kan deze zelfs (bij *Mysis*, *Leucifer*) geheel ontbreken.

Ook onder de Decapoden bestaan ten dien aanzien nog verschillende trappen, doch bij allen is de ademhalingstoestel geplaatst onder het rugschild van den cephalothorax, dat eene ter weerzijde gelegen ademholte overwelft, waartoe het water eenen meer of minder beperkten toegang heeft. De kieuwen, ofschoon nog ontspringende in de nabijheid der aldaar geplaatste pooten, kunnen niet meer als eenvoudige aanhangsels van deze beschouwd worden, maar zijn tot zelfstandige deelen geworden, die zich in schuins bovenwaartsche rigting in de ademholte verheffen. Bij de meeste *Brachyura* zijn er ter weerzijde zeven grootere en twee kleinere, maar bij de *Macrura* is dit getal gewoonlijk merkelijk grooter, tot 21 paren toe. Elke kieuw heeft de gedaante eener

pyramide, die aan de basis met een rolronden steel is vastgehecht. Bij de *Caridina* zijn deze kieuwen pluimvormig, maar bij de overige *Macrura* is de steel bezet met digt aaneen gelegen dra-

Fig. 342.



Cancer pagurus, van de rugzijde, door wegneming van het rugschild, geopend. Naar MILNE EDWARDS. *c* hart; *ac* voorste slagader; *aa* achterste of buikslagader; *bb* kieuwen; *f* zweepvormig aanhangsel van den voorsten kaakpoot; *fl* bodem der kieuwholte; *e* maag; *m* voorste spieren der maag; *fo* lever; *t* gedeelte van het bekleedingsvlies onder het rugschild.

den, als een borstel. In de groep der *Brachyura* bestaat deze scheiding in kieuwdraden niet, maar de kieuwen zijn zamengesteld uit reeksen van kieuwplaatjes, die aan de voor- en achtervlakte van den kieuwsteel zijn ingeplant (fig. 342). In laatsgenoemden bevinden zich de het bloed aan- en afvoerende kieuwkanalen of aders, de eerste aan de buiten-, de tweede aan de binnenzijde der kieuwen (Verg. bl. 447).

Het cephalothorax-schild, dat de ademholte overwelft, kan nu, in verband met deelen van het sternum, deze in meerdere of mindere mate afsluiten, in dier voege echter dat er altijd twee openingen blijven, eene voor de in- en eene voor de uittreding van het water.

De invoeringsopeningen zijn zeer ruim bij de *Macrura*; zij

vertoonen zich daar als ter weerzijde verloopende lange spleeten, die vooral bij *Pagurus* wijd geopend zijn. In de afdeeling der *Brachyura* is deze opening daarentegen naauw en bij het meerendeel der Krabben geplaatst tusschen den wortel der achterste kaakpooten en dien der voorste looppooten; zij bevindt zich dus ver naar voren, inzonderheid bij *Dorippe*. Bovendien is het grondlid van den achtersten kaakpoot van een aanhangsel voorzien, waardoor, als door een soort van deksel, de opening kan gesloten worden. Bij het ook in andere opzigten van de overige *Brachyura* afwijkende geslacht *Ranina* bevindt zich deze inademings-opening niet aan het voorste, maar integendeel aan het achterste gedeelte van den cephalothorax, derhalve geheel aan het achtereinde der ademholte.

De voor de uitademing dienende opening neemt altijd dezelfde plaats in. Zij bevindt zich geheel aan het vooreinde der ademholte, die zich ter weerzijde van den mond met een kanaal voortzet, dat zich aldaar buitenwaarts opent. In dit kanaal is een soort van bewegelijke klep gelegen, die een aanhangsel is van de kaak van het tweede paar. Door de heen- en wedergaande beweging van dit deel, waartoe bijzondere spieren dienen, wordt het water uit de kieuwen naar buiten gevoerd, terwijl tevens versch water door de achterwaarts gelegen invoeringsopening daarin naar binnen treedt. Nog andere, zweepvormige aanhangsels (*flagella*, *appendices flabelliformes*) ontspringen hetzij alleen van de drie hulpkaken (bij de Krabben) of bovendien van de basis van elken poot (bij de Kreeften), en strekken zich achterwaarts boven over en tusschen de kieuwen uit. Door hunne bewegingen wordt de rondstrooming van het water over de kieuwen bevorderd. Bij de *Caridina* ontbreken deze aanhangsels.

Vele Krabben kunnen zich tijdelijk buiten het water ophouden. Deze eigenschap verklaart zich reeds ten deele daaruit, dat, gelijk wij zagen, de kieuwholte, op twee kleine openingen na, gesloten is en derhalve het water daarin gemakkelijk terug

en de kieuwen daardoor vochtig gehouden kunnen worden. Maar er zijn verscheidene soorten van Krabben *(Gecarcinus, Ocypoda)*, die meer dan anderen den naam van Landkrabben verdienen, omdat zij zich zeer lang op het land ophouden en daarop zelfs groote togten doen. Bij de zoodanigen is vooreerst, ten gevolge der sterkere welving van den cephalothorax, de kieuwholte buitengewoon ruim, zoodat er eene aanmerkelijke hoeveelheid water in kan worden opgenomen; maar bovendien is de huid, welke de binnenvlakte van dit soort van gewelf bekleedt, zeer week en dik, als het ware sponsachtig, en voorzien van binnenwaartsche uitwassen, die een klierachtig maaksel hebben. Het schijnt echter niet dat deze eigenaardige huidwoekering, die ook boven aan de kieuwholte van *Birgus latro* wordt aangetroffen, voor werkelijke luchtademhaling dient, zooals sommigen gemeend hebben, maar veeleer tot afscheiding van een vocht, wanneer het water begint te ontbreken. Geheel zeker is dit echter niet, en sommige waarnemingen schijnen zelfs aan te duiden, dat eenige dezer Landkrabben werkelijk lucht inademen, hetzij dan door eigene openingen aan het achtereinde van het rugschild, of dat zij het in de ademholte bevatte water tijdelijk door de voorste openingen nabij den mond naar buiten laten treden en zich verbreiden in het viltig bekleedsel in den omtrek, waar het zich dan op nieuw met dampkringslucht verzadigen kan, om vervolgens weder door dezelfde opening in de kieuwholte terug te keeren en voor de ademhaling te dienen. 1)

127. Oogenschijnlijk geheel verschillend van die der Crustaceeën zijn de ademhalingsorganen der Arachnoiden, der Myriapoden en der Insekten. Terwijl bij de eersten uitwendige ligchaamsaanhangsels voor de ademhaling dienen, die door luchthoudend water omspoeld worden, treedt daarentegen bij de soorten der drie laatstgenoemde klassen (met eenige weinige uitzonderingen)

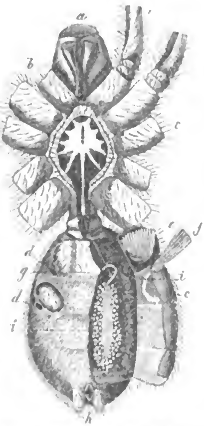
1) Men zie hiervoor Fritz Müller, *Für Darwin*, p. 20.

de lucht door openingen in de bekleedselen het ligchaam binnen en geraakt daar in blaas- of buisvormige holten of kanalen, in het algemeen met den naam van tracheeën bestempeld, die door het bloed omspoeld worden. Toch laten zich tusschen de tracheeën der luchtademende Gelede dieren en de kieuwen der Crustaceeën eenige overeenkomsten aanwijzen, die niet geheel mogen worden voorbij gezien, al moet men zich ook wachten daaraan eene te hooge beteekenis te hechten.

Hoe verschillend toch, — gelijk beneden nader blijken zal, — de gedaante en de verdeeling dezer tracheeën is, zoo stemmen zij toch allen daarin overeen, dat de wand uit twee rokken is zamengesteld, waarvan de binnenste uit chitine bestaat, die eene regtstreeksche voortzetting is van de chitinelaag der huid, gelijk reeds daaruit blijkt, dat zij bij de vervelling mede wordt afgeworpen. Met andere woorden: het chitinelaagje, dat bij de Crustaceeën de kieuwen, even als het geheele ligchaam met al zijne aanhangsels, van buiten bekleedt, bevindt zich daarentegen bij de tracheeën aan hare binnenvlakte. Beschouwt men nu de kieuwen als gevormd door eene uitstulping der huid, dan bestaat er oogenschijnlijk grond om zich de tracheeën als door eene instulping van deze ontstaan voortestellen. In eenige gevallen stemmen zelfs beiderlei soorten van organen in gedaante na overeen. Bij de hoogere Arachnoiden, namelijk bij de Scorpioenen, Phryniden en Spinnen, bevinden zich in het achterlijf de zoogenaamde longen, ten getale van 4 paren bij de Scorpioenen, 2 paren bij *Phrynus*, *Mygale*, en 1 paar bij het groote meerendeel der Spinnen (fig. 343 volg. bl.). Aan elke long beantwoordt eene aan de buikoppervlakte zigtbare spleetopening of ademgat *(stigma)*, dat tot de holten daarin toegang geeft. Elke long nu bestaat uit een groot aantal (bij groote Scorpioenen tot 100 toe) holle plaatjes, die als de bladen van een boek tegen elkander aan gelegen zijn, dat is ongeveer op dezelfde wijze als de talrijke platen waaruit de kieuw van een *Limulus* is zamengesteld (bl. 458). Denkt men zich deze kieuwplaatjes allen bin-

nenwaarts omgestulpt, als de vingers van een handschoen, en men heeft ongeveer het maaksel van de long der Arachnoiden.

Fig. 343.



Cteniza coementaria, van de ondervlakte, geopend. Vergroot. Naar Dugès. *a* teruggeslagen bovenkaken; *b* onderkaken; *c c* heupen der pooten; daartusschen de groote borstzenuwknoop, van waar uit zenuwen zich naar de voelers en pooten begeven; *d d* stigmata; *e* geopende voorste linker long; *e'* achterste linker long, overdekt door een spier *f*; *g* groeve, in welker midden zich de vrouwelijke geslachtsopening bevindt; *h* aars en spintepels; *i i* linker eiklier met haar eileider.

Intusschen leert eene nadere beschouwing dat de verhouding niet zoo eenvoudig is als het oppervlakkig schijnt. De zoo even genoemde plaatjes of plaatvormige zakjes zijn inderdaad niet anders dan tracheën van eene eigendommelijke gedaante, en hun wand bestaat, even als die van de tracheën in het algemeen, gelijk reeds gezegd is, uit twee rokken. De buitenste dezer rokken nu behoort tot de bindweefselzelfstandigheden en kan beschouwd worden als een deel uitmakende van het peritonæum, dat de geheele binnenvlakte van het ligchaam bekleedt en zich ook binnenwaarts rondom en tusschen de organen voortzet. Deze peritoneaal-rok is van den chitinerok zelfs door eene zeer naauwe ruimte gescheiden, en die ruimte bevat een vocht, dat uit het omgevende bloed daarin doorzweet. Dit peritracheaal vocht is de zetel der gasdiffusie, welke tusschen de lucht in de trachee en die in het deze omspoelende bloed plaats grijpt.

De meest gewone gedaante der tracheën is die van buizen. Dat deze en de plaatvormige longzakjes der Arachnoiden echter in het wezen der zaak hetzelfde zijn, wordt bewezen door de overgangsvormen die hier en daar voorkomen. Bij verscheidene

Spinnen, die een paar zoogenaamde longen bezitten, komt nog een tweede paar openingen aan de buikvlakte voor, die bij eenige soorten vóór, bij andere achter de tot de longen voerende spleetopeningen zijn gelegen. Dit tweede paar ademgaten geleidt in met lucht gevulde, blinde, vliezige buisjes, die zich bundelsgewijs voor- en achterwaarts uitstrekken en zich in werkelijkheid van de holle longplaatjes alleen door de gedaante onderscheiden. Het getal en de uitgestrektheid dezer buisjes biedt nog velerlei verschil aan. Terwijl het zich bij eenigen (b. v. *Epeira*, *Tetragnathus*, *Drassus*, *Clubiona* e. a.) tot vier korte en platte buisjes bepaalt, is het aantal reeds merkelijk grooter bij *Salticus*, en dit neemt tevens met de lengte nog zeer toe bij *Argyroneta*, *Disdera* en *Segestria*. Dit leidt derhalve tot het besluit, dat het eigenlijke typische getal der ademhalingsorganen van de Spinnen 2 paren bedraagt, die beide den vorm van longen kunnen aannemen, gelijk in de familie der Mygaliden werkelijk het geval is, terwijl bij andere Spinnen een der paren zich tot een meer of minder zamengesteld buizenstelsel ontwikkelen kan. Eindelijk zijn er ook eenige Arachnoiden, die in het geheel geen longen, maar enkel luchtbuizen hebben. Zoo is het bij de hoogere Acarinen en desgelijks bij *Phalangium*, waar slechts één paar, en bij *Galeodes*, waar drie paren ademgaten toegang geven tot bundels van tracheën die zich door het ligchaam vertakken.

Deze vormen stellen op hun beurt een overgang daar tot de Myriapoden en Insekten, waar het geheele ademhalingstelsel uit zich vertakkende tracheën bestaat, waarvan de takjes, die in alle organen doordringen, door zich telkens herhalende splitsing, eindelijk zoo fijn worden, dat zij, zelfs bij zeer sterke vergrooting, zich schier aan het gezigt onttrekken en alleen nog zigtbaar zijn zoolang zij met lucht gevuld blijven. Onder gunstige omstandigheden ziet men zeer dikwerf de fijnste takjes zich lisgewijs in elkander ombuigen. Toch ontbreekt het ook niet aan plaatsen, waar de fijne tracheëntakjes blind schijnen te eindigen.

Doch het is geenszins enkel door die sterke vertakking dat

Fig. 344.



Gedeelte van de luchtbuis van een Insekt, bij geringe vergrooting.

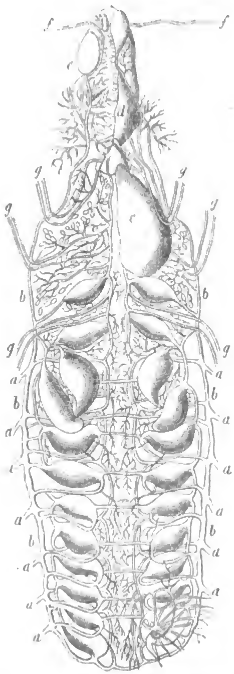
zich het tracheënstelsel der Myriapoden en der Insekten van dat der Arachnoiden onderscheidt. Hierbij voegt zich nog een ander verschil dat van nog hooger beteekenis is. Als een doorgaande regel, waarop slechts weinige uitzonderingen bestaan, kan men namelijk stellen: dat de uit een ademgat ontspringende tracheën bij de Arachnoiden zelfstandig blijven, dat is niet zamensmelten met de tracheën van een ander ademgat. Er zijn derhalve even zoo vele tracheënstelsels als er ademgaten zijn. Bij de Myriapoden en Insekten daarentegen versmelten de met onderscheiden ademgaten gemeenschap hebbende tracheën tot een enkel geheel, zoodat dezelfde lucht zich door het geheele stelsel van buizen, die door meer of minder talrijke anastomosen onderling verbonden zijn, verbreiden kan. Echter bestaan ook hierop enkele merkwaardige uitzonderingen, die het verband met de bij de Arachnoiden bestaande inrigting aanwijzen. Onder de Myriapoden heeft *Julus* afzonderlijke tracheënbundels, die, uit elk stigma ontspringende en zich binnenwaarts vertakkende, niet met elkander in verbinding treden (Newport). Onder de eigenlijke Insekten geldt hetzelfde van het tot de *Hemiptera* behoorend, vleugellooze geslacht *Scutellaria* (Léon Dufour), en ook in de groep der *Thysanura* biedt de verdeeling der tracheën nog eene in het oog loopende overeenkomst met die der Arachnoiden aan (Lubbock).

Nog eene andere eigendommelijkheid in het maaksel der tracheën zelve, die bij sommige Arachnoiden slechts even aangeduid is, treedt algemeen op bij de Myriapoden en Insekten. Minstens een deel der tracheën namelijk is voorzien van een spiraals- of ringsgewijs tusschen den binnen en den buitenwand geplaatsten draad of vezel, die, even als het binneste vlies, uit chitine bestaat (fig. 344). Eigenlijk maakt dan ook deze zoogenaamde draad een deel van dit binnenste vlies zelve uit, waarvan hij niet anders dan eene plaatselijke verdikking is. Deze draad heeft eene zekere stijfheid en veerkracht, zoodat daardoor de luchtbuis opengespannen wordt gehouden, ongeveer op eene dergelijke wijze als de luchtpijp van Zoogdieren en Vogels door de daarin voorkomende kraakbeenige of beenige ringen. Bovendien worden daardoor de binnen- en de buitenwand (de peritoneaal rok) van elkander verwijderd gehouden, en ontstaan er dientengevolge blijvende, spiraal- of ringvormige, met peritracheaal vocht gevulde ruimten tusschen de beide rokken. Dat echter dit peritracheaal vocht hier, evenmin als elders, als werkelijk bloed kan worden beschouwd, hetwelk aan den geregelden omloop deel neemt, gelijk door sommigen beweerd is, is reeds vroeger (bl. 453, noot) gezegd. Het is een eenvoudig langs den osmotischen weg gescheiden gedeelte van het bloedplasma, dat nimmer bloedligchaampjes bevat, en waarvan de voortbeweging, indien deze plaats heeft, voorzeker eene zeer langzame is.

Bij sommige Insekten, vooral uit de orden der *Orthoptera* en *Neuroptera*, zijn de tracheën bruin-, rood- of zelfs groenachtig gekleurd, en niet zelden is de binnenwand plaatselijk bezet met korte schubjes of haartjes (Dugès), hetgeen nog nader de overeenkomst van den binnensten chitinewand met het chitinebekleedsel der huidoppervlakte aantoont.

Dergelijke buisvormige tracheën, waarvan althans de wijdere stammen en de daarvan uitgaande takken den genoemden spiraaldraad bezitten, maken nu het geheele tracheënstelsel van Myriapoden en van de larven van Insekten uit. Wanneer echter de

Fig. 345.



Tracheeën-stelsel van *Truxalis nasutus*. Naar LÉON DUFOUR.

aaaaa tracheeën, welke uit de ademhalingsholten achter de stigmata ontspringen; *bbbb* zijdelingsche tracheeën-stammen, waarvan de dwarstakjes ontstaan, die zich deels weder in twee met de eerste evenwijdige, dunne stammen vereenigen, deels eene reeks van luchtzakken ter weerzijde vormen; *c* groote luchtzak in den prothorax en mesothorax; *d* luchtzak in den kop; *e* ringvormige trachee, die de gezichtszenuw omgeeft; *ff* tracheeën der sprieten; *ggg* tracheeën der drie pooten-paren.

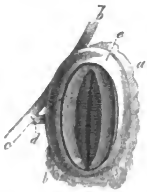
Insekten bij de metamorphose vleugels verkrijgen, dan ondergaat een gedeelte der tracheeën eene wijziging, daarin bestaande dat de spiraaldraad ook in de wijdere stammen en takken plaatselijk verdwijnt of, juister gezegd, zich, bij het ontstaan der nieuwe trachee rondom de oude, niet vormt. Dientengevolge blijft de wand op die punten dun en buigzaam en zet zich bij de inademing uit, om daarentegen bij de uitademing weder zamen te vallen. Zoo ontstaan dan luchtblazen van grooteren en kleineren omvang (fig. 345), die inzonderheid in de orden der *Hemiptera*, *Diptera* en *Lepidoptera* eene aanmerkelijke grootte bereiken, maar ook bij het meerendeel der Insekten uit de overige orden voorkomen, hoewel zij daar over het algemeen kleiner blijven, maar dan ook niet zelden des te talrijker zijn.

Wat de ademgaten betreft, die, — met zeldzame, beneden nader te vermelden uitzonderingen, — toegang tot dit tracheënstelsel geven, zoo bevinden zich deze bij het groote meerendeel aan de zijden des ligchaams.

Echter kunnen zij ook aan de rugvlakte gelegen zijn, gelijk aan het achterlijf der Kevers het geval is, waar zij door de vleugels overdekt worden, terwijl zij daarentegen bij *Julus* en andere Chilognathen zich aan de buikvlakte, digt voor de heupen der pooten bevinden. Nimmer komt meer dan één paar ademgaten aan een segment voor, en steeds zijn er eenige segmenten die er geene hebben. Zoo ontbreken zij vooreerst aan de segmenten die den kop zamenstellen. De eenige hierop bekende uitzondering is het tot de groep der *Thysanura* behoorende geslacht *Smynthurus*, waar, volgens Lubbock, het eenige paar ademgaten zich aan den kop onder de sprieten zoude openen. Ook aan het laatste achterlijfsegment komen geene ademgaten voor. Bij de Chilopoden zijn de op den kop volgende segmenten afwisselend van ademgaten voorzien. Aan de borst der Insekten wordt meestal slechts een paar ademgaten, tusschen den prothorax en den mesothorax aangetroffen, met uitzondering echter van de Sprinkhanen en sommige andere Insekten, die twee paren borststigmata bezitten, waarvan dan de achterste tusschen den mesothorax en den metathorax geplaatst zijn. De meest gewone zetel der ademgaten zijn de 8 voorste achterlijfsringen, maar dit getal kan tot 7 (b. v. bij de meeste *Hemiptera*), 6, 5 of zelfs tot nog minder, tot een enkel paar, dalen, van welke vermindering vooral de orde der *Diptera* vele voorbeelden aanbiedt. Ook de tot de orde der *Hemiptera* behoorende geslachten *Nepa* en *Ranatra* nemen de lucht door slechts twee ademgaten op, waarheen deze geleid wordt door aan het achtereinde des ligchaams geplaatste lange adembuizen. Dergelijke adembuizen komen ook voor bij de in water of op vochtige plaatsen levende larven van verscheidene *Diptera* (*Helophilus*, *Eristalis*, *Stratiomys*, *Chironomus* e. a.) en geven toegang tot het eenige paar ademgaten aan of nabij het einde des achterlijfs.

Uit het gezegde volgt dat het getal der ademgaten bij de Insekten van 1 paar tot hoogstens 10 paren wisselen kan. Dat zij in enkele gevallen zelfs geheel ontbreken kunnen, zal beneden blijken.

Fig. 346.



Een der stigmata van de Wilgenhoutrups (larve van *Cossus ligniperda*). Bij geringe vergrooting. Naar LYONET. *a* ligchaamshuid; *b c d* inwendige spieren, die het stigma openen en sluiten; *e* hoornring *(peritrema)* van het stigma, met de spleet, waarvan de randen gevormd worden door gebaarde borsteltjes.

Fig. 347.



Eerste buikstigma van *Lucanus Cervus*.

De meest gewone gedaante der ademgaten is die van een knoopsgat (fig. 346 en fig. 347). Elk ademgat wordt van buiten omgeven door een chitinelijstje, het *peritrema*. De opening zelve is zelden rond, meestal spleetvormig, en begrensd door twee lippen. Zij geeft toegang tot de ademholte, aan welker ingang echter nog haartjes of borsteltjes geplaatst zijn, welke, meestal tot een paar klepjes vereenigd, te zamen een zeeftoestel vormen, waardoor vreemde, in de lucht zwevende ligchaampjes worden teruggehouden en belet in het tracheënstelsel te dringen. In de ademholte der aan het achterlijfseinde geplaatste stigmata der larven van *Oestrus*, *Conops* en eenige andere *Diptera*, bevindt zich daar ter plaatse eene zeefplaat met zeer talrijke regelmatig verdeelde kleine gaatjes, waardoor hetzelfde doel bereikt wordt. Bij de larven der *Lamellicornia* worden de stigmata vervangen door chitineplaatjes, welke langs hunnen omtrek talrijke kleine gaatjes hebben, die de open mondjes van even zoo vele fijne tracheën zijn.

Ook is er bovendien steeds een eigen toestel voorhanden, waardoor het dier in staat gesteld is naar willekeur den toegang tot de onmiddellijk achter de ademholte beginnende luchtbuis te openen of te sluiten. Deze toestel bestaat vooreerst uit een beugel- of halvemaanvormig, onbuigzaam chitinestuk aan het begin der trachee, en een daartegenover gelegen dunner en buigzaam, bandvormig deel, hetwelk tegen het eerste kan worden aangedrukt. Beide stukken vereenigd vertegenwoordigen een der spiraalringen, die elders de

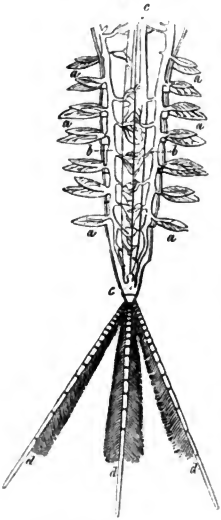
trachee opengespannen houden, maar zich hier in twee helften gescheiden en zich tevens zeer verdikt hebben. Met het dunne bandvormige gedeelte is echter nog een derde stuk verbonden, dat mede uit chitine bestaat. De gedaante van dit aanzetstuk verschilt bij onderscheidene Insekten; dikwijls is het eenvoudig staaf- of kegelvormig; niet zelden ook is het regthoekig omgebogen, in welk geval het als een hefboom werkt. Daaraan is een spiertje ingeplant, waarvan het andere einde zich aan het beugelvormige, eerstgenoemde stuk inhecht (H. Landois en W. Thelen). Door eene wijziging van dien sluittoestel wordt deze aan de borstademgaten van eenige *Diptera* en *Hymenoptera* tot een stemorgaan. De ademholte wordt dan tot bromholte, het boven vermelde beugelvormig stuk is hier echter in twee helften gescheiden, die de ademholte, welke tevens het begin der trachee is, opengespannen houden en te zamen eenen aan de eene zijde openen, dus ongeveer hoefijzervormigen ring, den bromring uitmaken. De beide helften of boogtakken van dezen ring zijn aan hunne breedere einden verbonden door een zeer veerkrachtig verbindingstuk, dat de beide takken van elkander verwijderd houdt, ongeveer op de wijze als het verbindingstuk tusschen de bladen van een pincet. De beide tegenovergestelde smallere einden der boogtakken zijn door een week en buigzaam vlies verbonden. Aan de binnenzijde van den bromring zijn dunne chitineplaatjes bevestigd, die als stembanden werken en in trilling geraken, wanneer de lucht daarlangs strijkt. Door spiertjes die aan den bromring zijn ingeplant, kunnen de takken van dezen naar elkander toe bewogen en zoo de stembanden meer of minder gespannen worden, waardoor de hoogte van den voortgebragten toon, binnen zekere voor elke soort bepaalde grenzen, gewijzigd wordt (H. Landois).

Indien men de boven (bl. 468) genoemde gevallen uitzondert, dan treden de uit elk ademgat ontspringende korte tracheeën, die men als ingangstracheeën onderscheiden kan, in onderling verband door te monden in twee hoofdstammen, die ter

weerzijde zich overlangs in het ligchaam uitstrekken en zelve door dwarse verbindingstakken met elkander in gemeenschap staan. Bij sommige Insekten, vooral uit de orde der *Orthoptera*, vormen zich, door vereeniging van takken, die uit de beide hoofdstammen ontspringen, nog andere paren van overlangs loopende, meer binnenwaarts gelegen stammen, die desgelijks door dwarse anastomosen verbonden zijn. Waar slechts twee ademgaten aan het einde van het achterlijf voorkomen, gelijk bij de larven van sommige *Diptera* en bij *Nepa*, zijn desniettemin ook twee zijdelingsche, door dwarse anastomosen verbonden hoofdstammen aanwezig, die dan echter regtstreeks uit de ademgaten ontspringen. Bij laatstgenoemd insekt bevinden zich nog eenige ter weerzijde der overige achterlijfsringen geplaatste stigmavormige plekjes, die ondoorboord zijn, maar van waar toch korte buisjes naar de hoofdstammen gaan, hetgeen schijnt aan te duiden dat ook hier, even als elders waar een zeker aantal van zijdelingsche ingangsbuisjes in de hoofdstammen monden, deze laatste ontstaan zijn uit de vereeniging en zamensmelting van de zich voor- en achterwaarts ombuigende takken der ingangsbuisjes.

Tegen deze voorstelling der zaak bestaat echter een gewigtig bezwaar, ontleend aan de larven van sommige Insekten, die, hoewel twee overlangsche hoofdtracheënstammen bezittende, geheel van ademgaten verstoken zijn, zoodat derhalve het tracheënstelsel geheel gesloten is. Zulk een gesloten tracheënstelsel wordt echter alleen aangetroffen bij in water levende larven, en in plaats van ademgaten zijn dan andere inrigtingen voorhanden, waardoor eene gasdiffusie gemakkelijk gemaakt wordt. Deze inrigtingen zijn nog van tweederlei aard. Zij zijn namelijk hetzij uitbreidingen van de huid of van het darmkanaal. De eerste, gewoonlijk tracheënkieuwen genoemd, komen het meest voor, hetzij als bladvormige ter weerzijde (bij de larven van *Ephemera*, fig. 348) of (bij die van *Agrion*) aan het achtereinde des ligchaams geplaatste aanhangsels, of onder de gedaante

Fig. 348.

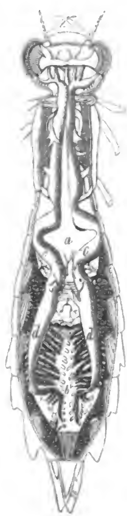


Achterlijf van *Ephemera vulgata*. *a a a* tracheënkieuwen; *b b* hoofdtracheënstammen; *c* darmkanaal; *d* staartaanhangsels.

van bundelsgewijs, soms vedergewijs zamenhangende draden (bij de larven van *Perla*, *Phryganea* e. a.). In deze huiduitbreidingen vertakken zich tracheën, die uit de zijdelingsche hoofdstammen ontspringen. Wanneer deze larven zich in gevleugelde insekten veranderen, verdwijnen in den regel deze tracheënkieuwen, die dan door ademgaten vervangen worden. Echter kent men althans eene soort, *Pteromarcys reticulata*, bij welke, ook na de metamorphose, zulke tracheënkieuwen, te gelijk met ademgaten, voorkomen (Newport), iets dat in elk geval bewijst dat deze tracheënkieuwen en de ademgaten geenszins morphologisch aequivalente deelen zijn. Doch ook in verscheidene andere gevallen heeft bij Insekten (*Dytiscus*, *Notonecta)*, die zich nog na de metamorphose in het water ophouden, eene ademhaling door dergelijke deelen plaats, namelijk door de vleugels. Reeds vroeger (bl. 149) is op de morphologische overeenkomst van deze deelen met de tracheënkieuwen gewezen. Dat inderdaad de vleugels niet, zoo als door sommigen beweerd is, gemetamorphoseerde stigmata zijn, wordt reeds bewezen door het dubbele paar ademgaten aan den thorax der *Orthoptera*.

De larven van *Libellula* en van *Aeshna* (fig. 349) hebben, in de plaats van tracheënkieuwen aan de buitenvlakte des ligchaams, dergelijke deelen in het achterste gedeelte des darmkanaals. Deze darmtracheënkieuwen bestaan uit zes naar binnen springende overlangs loopende plooijen van den binnenwand des darms,

Fig. 349.



Larve van *Aeshna grandis*, van de rugzijde geopend. *a* maag; *b* endeldarm; *c* hoofd-tracheënstammen; *d d* takken daaruit naar den endeldarm.

die aan haar achtereinde tot elkander naderen en daar twee klepjes vormen. Elk dezer plooijen is aan de binnenzijde bezet met twee rijen van tepeltjes of blaadjes van eene violette kleur, waarin talrijke uiterst fijne tracheëntakjes dringen, die zich lisgewijs ombuigen. Deze takjes ontspringen uit twee paren overlangs loopende stammen, waarvan het eene, aan de rugzijde gelegen, zeer wijd is. Rondom den aars zijn vijf lancetvormige klepjes geplaatst, die geopend en gesloten kunnen worden, terwijl het water, door de werking der spieren van de achterlijfsringen, in en uit den darm gepompt wordt, waardoor het niet alleen met de darmtracheënkieuwen in aanraking komt, maar ook, bij elke uitspuiting, het dier voorwaarts gedreven wordt.

Bij de larven van *Callepteryx* komen beide vormen van tracheënkieuwen vereenigd voor, namelijk plaatvormige huid-tracheënkieuwen aan het einde van het achterlijf, even als bij *Agrion*, en darmtracheënkieuwen, als bij *Libellula*.

Nog zij hier bijgevoegd, dat bij de larven der Libelluliden wel is waar twee paren borststigmata voorkomen, een grooter voorste en een achterste dat zeer klein is, maar deze stigmata zijn door een vlies gesloten, zoolang het dier zich in het water ophoudt.

Het bestaan van een gesloten tracheënstelsel levert het bewijs dat de boven (bl. 464) geopperde voorstelling, als zoude het tracheënstelsel niet anders zijn dan eene binnenwaartsche instulping der huid, evenals de kieuwen daarvan eene uitstulping zijn, inderdaad niet houdbaar is. Tevens blijkt daaruit, dat die instulping in elk geval niet het gevolg is van het naar

innen dringen van lucht, daar de lucht in het tracheënstelsel niet noodwendig van buiten daarin behoeft te geraken. Trouwens dit wordt ook reeds bewezen door de vorming van met lucht gevulde tracheën binnen in het ei. De afscheiding van lucht daarin begint in de fijnste takjes en zet zich allengs in de wijdere voort. De lucht in de tracheën is derhalve ten deele het produkt eener gasafscheiding, gelijk ook in andere gevallen bestaat, namelijk in de zwemblaas der Visschen (Dl. II. bl. 397) en in den hydrostatischen toestel der Physophoriden, Physaliden en Velelliden (bl. 57).

Ook is met de boven bedoelde voorstelling de omstandigheid in strijd, dat, gedurende de veranderingen die aan elke vervelling voorafgaan, zich de nieuwe tracheën rondom de oude vormen, die bij de vervelling afgeworpen worden, en dat bij de metamorphose, terwijl de overlangsche hoofdstammen reeds aanwezig zijn, geheel nieuwe stigmata ontstaan, die niet zelden zich aan andere segmenten bevinden dan die waaraan zij bij de larven worden aangetroffen. Nog meer in het oog loopend blijkt dit in die gevallen waar, zooals bij de larven van *Ephemera*, de ademgaten geheel ontbreken, terwijl het zich daaruit ontwikkelend gevleugeld insekt daarentegen wel ademgaten heeft. Dit bewijst, dat niet de ademgaten met de ingangstracheën de primaire deelen zijn, waardoor vervolgens de beide hoofdstammen door vereeniging der takken van deze ontstaan, maar dat integendeel de hoofdstammen als de primaire deelen te beschouwen zijn, waarvan uit vervolgens de ingangstracheën met hare buitenwaartsche openingen, de ademgaten, als secundaire deelen zich gevormd hebben.

Dit leidt er toe om de eerste vorming van het tracheënstelsel in het peritonæum te plaatsen, waarvan de verlengselen zich door het geheele ligchaam uitstrekken en dat als buitenste rok overal deel neemt aan de zamenstelling der tracheën, zoolang althans als deze zich niet in al te fijne takjes gesplitst hebben. De niet te betwijfelen zamenhang van den binnensten rok met

de huid vindt dan zijn analogon in de bekleeding van het voorste en achterste gedeelte van het spijsverteringskanaal met eene chitinelaag, welke ook dikwerf, even als die der tracheën, bij de vervelling wordt afgeworpen.

Eindelijk doen wij opmerken, dat, hoewel het tracheënstelsel in de eerste en voornaamste plaats voor de ademhaling dient, het ook nog in andere opzigten eene nuttige beteekenis voor het leven der Insekten heeft. Vooreerst wordt, door de aanwezigheid van eene betrekkelijk aanmerkelijke hoeveelheid lucht daarin, het soortelijk gewigt van het dier verminderd, hetgeen zoowel aan de in het water zwemmende als aan de in de lucht vliegende Insekten te stade komt. En in de tweede plaats dienen de in alle organen en hunne deelen doordringende en zich in tallooze takken en takjes daarin verdeelende tracheën, die allen onderling door de hoofdstammen en hunne anastomosen zamenhangen, tot steun en verbindingstoestellen, waardoor de organen en hunne deelen op hunne plaats worden gehouden; en wel op eene veel stevigere wijze dan het elders door gewoon bindweefsel geschiedt, uit hoofde van het inwendige chitinebekleedsel en den daarmede zamenhangenden spiraaldraad, die aan de tracheën eene zekere mate van veerkracht en stijfheid geeft. Daardoor wordt het dan ook verklaarbaar hoe, terwijl vaten geheel ontbreken, toch de bloedstroom bij de Insekten vaste en geregelde banen volgt. Ook zijn het de tracheën die tot steun der uitwendige vliezige aanhangsels, bepaaldelijk der vleugels, medewerken, welker ontplooijing in vele gevallen het gevolg is van de inblazing van lucht daarin (verg. bl. 149).

Excretie-organen.

128. Terwijl onze kennis aangaande de spijsverterings-, bloedsomloops- en ademhalingsorganen der Gelede dieren, waarvan de vorige bladzijden een beknopt overzigt bevatten, reeds eene tamelijke volledige mag heeten, is het daarentegen anders gelegen

met de organen die voor de excretie dienen. Het daaromtrent bekende is nog zeer fragmentarisch; toch schijnt daaruit te blijken dat er ten dien aanzien tusschen de onderscheidene klassen nog verschillen bestaan, die bezwaarlijk kunnen herleid worden tot eenvoudige wijzigingen in een algemeen plan. Wij zullen derhalve achtereenvolgens eenige der voornaamste organen die bij Gelede dieren gevonden worden oplellen, van welke men met meer of met minder zekerheid weet dat zij stoffen afscheiden en buiten het ligchaam voeren, die als laatste produkten der stofwisseling voor het leven schadelijk zijn, maar tevens hierbij ook andere organen vermelden, welke geene eigenlijk schadelijke maar integendeel voor de bijzondere levenswijze van het dier nuttige stoffen uitscheiden.

128. Reeds lang kent men bij de Kreeften een deel, dat gewoonlijk met den naam van de g r o e n e k l i e r bestempeld wordt.

Het is gepaard en gelegen ter weerzijde in het voorste gedeelte van den cephalothorax, onmiddelijk boven en achter den wortel der buitenste sprieten, tusschen dezen en de bovenkaken, aan beide zijden van de maag en van de strengen die de bovenslokdarm-zenuwknoopen met de buikzenuwstreng verbinden, en opent zich buitenwaarts aan den zoogenaamden gehoorknobbel.

Will en Gorup Besanez 1) vonden er guanine in. Dit heeft aanleiding gegeven om het voor een n i e r te houden, waarbij wij echter de opmerking niet achterwege mogen houden dat de tegenwoordigheid van guanine alleen daartoe geen regt geeft, omdat guanine niet uitsluitend een produkt der niersecretie is. Lemoine 2), die de uitvoerigste beschrijving van dit orgaan gegeven heeft, vond het zamengesteld uit twee zelfstandigheden, eene uitwendige groenachtige, en eene inwendige witte. De eerste bestaat uit klierblaasjes, de tweede uit een tot een soort van kluwen zamengewonden, bandvormige buis. Deze zet zich

1) *Gel. Anz. d. K. Bayer. Akad.* 1848 XXVII p. 825.

2) *Ann. d. sc. natur. Zool.* 1868 T. X p. 36.

voort in een vergaderzakje, gelegen aan de bovenvlakte der klier, en daaruit komt het uitlozingskanaaltje dat buitenwaarts uitmondt. De klier ontvangt een vrij sterke slagader, waarvan de fijne takjes zich over al de windingen van de binnenste buis verbreiden. Deze slagader is een tak van de *art. antennaria.* Het vergaderzakje is omgeven van een boezem, waarin zoowel het aderlijk bloed der klier als dat hetwelk uit de spriet terugkeert schijnt te treden. Is dit zoo, en is het orgaan inderdaad een nier, dan zoude hier een dergelijke nierenpoortader-bloedsomloop plaats grijpen als in de nier der Weekdieren (verg. bl. 297, 301, 315).

Een met deze zoogenaamde groene klier der Decapoden vergelijkbaar orgaan wordt nu, blijkens de vooral door Zenker, Zaddach, Leydig en Claus medegedeelde waarnemingen, zeer algemeen ook bij Crustaceeën uit andere orden aangetroffen. Bekend is het bij *Leucifer*, *Phyllosoma*, *Gammarus*, *Apus*, *Branchipus*, *Lynceus*, *Daphnia*, *Cyclops*, *Argulus*. Men heeft het ook met den naam van schaalklier bestempeld, omdat het bij de van een tweekleppige schaal voorziene Phyllopoden en Daphniden in de huidverdubbeling gelegen is, waardoor de kleppen gevormd worden. In het algemeen stemt het maaksel dezer klier bij onderscheidene soorten daarin overeen, dat zij uit een slingerend gewonden buis bestaat. De plaats van de buitenwaartsche opening is echter dikwijls zeer moeijelijk aanwijsbaar en in de meeste gevallen onbekend.

Met eenige waarschijnlijkheid kunnen ook de cementklieren der Cirripediën als eene wijziging van hetzelfde orgaan worden beschouwd, hoewel de door haar afgescheiden stof tot bevestiging van het dier dient (Darwin). Deze klieren liggen bij de Lepadiden in het boveneinde van den steel, en een daarvan uitgaande uitlozingsbuis gaat door den steel heen naar diens uiteinde, waar zij zich opent. Bij de Balaniden is deze kliertoestel merkelijk zamengestelder en gelegen op het grondvlies en de grondplaat der schaal. Gedurende den groei voegen zich bij de reeds bestaande nieuwe paren dezer klieren. Uit elke klier komt een

uitlozingskanaaltje, dat zich in takjes splitst, welke onderling en met die der naburige klieren anastomoseren en zich ten slotte langs den rand van het grondvlak openen.

129. Organen die met de zoogenaamde groene klieren en schaalklieren der Crustaceën vergelijkbaar zijn, kent men bij de Arachnoiden en Insekten niet. Daarentegen komen in deze afdeelingen organen voor, waarvan men met veel grootere zekerheid weet dat zij tot de pisafscheiding dienen. Deze zijn de naar den ontdekker genoemde Malpighische buizen, die in den darm monden en daarin haar afscheidingsprodukt, deels in vloeibaren, deels in vasten vorm, uitstorten.

Bij de Crustaceën ontbreken deze deelen of zijn zij zeer rudimentair. In den larventoestand hebben sommige Copepoden korte blindzakjes aan den endeldarm, waarin concrementen voorkomen, die vermoedelijk eene pisafscheiding aanduiden. Bij volwassen voorwerpen zijn deze blindzakjes wel is waar verdwenen, maar op hetzelfde punt vormen zich in cellen van den darmwand dergelijke concrementen (Leydig). Of, gelijk sommigen vermoed hebben, ook onder de blinddarmen, die in het darmkanaal der hoogere Crustaceën monden (bl. 416), er zijn die pis afscheiden, is voor het minst zeer twijfelachtig.

Daarentegen komen bij de lucht ademhalende Gelede dieren, de Arachnoiden, Myriapoden en Insekten, de Malpighische buizen zoo algemeen voor, dat men schier geneigd is de weinige bekend gemaakte uitzonderingen (*Podura*, *Chermes*, *Coccus* en eenige andere kleine *Hemiptera*) op rekening van de moeijelijkheid harer ontdekking bij zeer kleine voorwerpen te stellen.

De Scorpioenen hebben twee paren van zulke buizen, waarvan het eene paar zich meer voor-, het andere meer achterwaarts in den darm opent. Zij hebben een sterk kronkelend beloop en strekken zich voorwaarts ongeveer evenwijdig met den darm uit, om zich vervolgens tusschen de leverlobjes te vertakken.

Volgens BLANCHARD zoude een tak van het achterste paar zelfs met een der galvaten anastomoseren.

Die der Spinnen ontspringen mede tusschen de leverlobjes, als een groot aantal fijne takjes, die een net vormen; deze takjes vereenigen zich tot twee uitlozingskanaaltjes, welke in den tot een blindzak uitgezetten endeldarm monden (fig. 322 bl. 418).

Bij *Phalangium* en desgelijks bij de meeste Acarinen bestaan twee lange, zich sterk windende Malpighische vaten, welke bij eenige der laatstgenoemden ook vertakt zijn.

Ook bij de Myriapoden komt slechts een paar of twee paren van deze buizen voor, die eenvoudig, zonder zich te vertakken, langs den darm gelegen zijn en onmiddellijk achter dezen in den endeldarm monden (fig. 324 bl. 422).

De klasse der Insekten biedt tamelijk groote verschillen aan in het aantal, de lengte en ook in de plaats van inmonding der Malpighische buizen (fig. 325 en 326 bl. 424 en 425). De meest gewone plaats van inmonding is wel is waar digt achter het pylorusgedeelte van de chylmaag, maar in eenige gevallen ligt zij verder achterwaarts, en bij sommige *Hemiptera* (Wantsen) monden de buizen zelfs in den verwijden endeldarm. Bij eenige Kevers vormen zij lissen, waarvan het eene uiteinde achter de chylmaag inmondt en het andere met den endeldarm in verband staat. Het schijnt echter dat op dit laatste punt zulke buizen zich dan niet in den darm openen, maar aldaar blind eindigen.

Wat het getal betreft, zoo zijn er nooit minder dan twee paren, tenzij twee of meer buizen zich onderling tot een enkele wijdere uitlozingsbuis die in den darm mondt vereenigen. Drie paren komen bij de *Lepidoptera* voor, ook bij vele *Neuroptera* en eenige *Coleoptera*, maar dit getal kan bij de laatsten tot zes stijgen. Het talrijkst in het algemeen zijn zij bij de *Hymenoptera* en vele *Orthoptera*. Hier kan haar aantal tot meer dan honderd bedragen. Eigendommelijk is de inrigting bij de Kre-

kels, waar een groot getal dezer buizen bezemgewijs nevens elkander gelegen zijn (fig. 426 B, bl. 425) en door een enkel wijd uitlozingskanaal in den darm monden.

Als een tamelijk doorgaanden regel kan men stellen, dat, naar gelang de afzonderlijke buizen in aantal toenemen, zij betrekkelijk dunner en korter worden. Meestal bereiken zij eene aanmerkelijke lengte en maken zij vele kronkelingen en windingen, die deels langs het darmkanaal gelegen zijn, deels zich in het vetligchaam voortzetten. Niet zelden vertoonen zij kleine plaatselijke uitzettingen, en bij eenige Kevers *(Lamellicornia)* worden deze tot korte, kamsgewijs geplaatste takjes. Naar het schijnt eindigen deze buizen bij de Insekten altijd blind, soms (bij eenige *Diptera*) met eene kleine aanzwelling. Elke buis bestaat uit een dunne buitenste structuurlooze scheede, welke echter een eenigzins vezelig maaksel heeft, en een daarbinnen tegenaan gelegen epithelium, dat meestal uit groote cellen is zamengesteld. De inwendige holte is steeds naauw. Daarin worden zeer dikwerf vaste ligchaampjes aangetroffen, namelijk kleine moleculen, bolletjes, iets grootere concrementen, soms ook kleine kristallen. Deze ligchaampjes zijn bij opvallend licht soms wit, meestal geelachtig, of ook wel bruin- of bruinroodachtig van kleur, en deze kleur deelt zich dan aan de geheele Malpighische buis mede, welke hen bevat. Dat die inhoud, waar deze voorkomt, ten deele uit urinzuur en urinzure alkalien bestaat, laat zich door mikrochemische reactie (murexid-vorming) meestal gemakkelijk aantoonen. Een deel der kristalletjes bestaat uit oxalzuren kalk. Zelfs heeft men er met waarschijnlijkheid ureum en de ook elders voorkomende kleurstoffen der urine in aangewezen (Sirodot). De pis kan zich gedurende de metamorphose, vooral bij Vlinders, in groote hoeveelheid in den endeldarm ophoopen.

Uit het gezegde volgt derhalve dat er geen twijfel kan bestaan of deze buizen dienen voor de pisafscheiding en zijn als zoodanig nieren te noemen. De vroegere meening, volgens welke zij enkel galvaten zouden zijn, kan dan ook als gevallen worden

beschouwd. Toch bestaan er eenige gronden, om haar evenmin voor enkel pisafscheidende vaten te houden. Zeer onwaarschijnlijk is het wel is waar dat eene en dezelfde dezer buizen tegelijk pis en gal of eenig ander de spijsvertering bevorderend vocht zoude afscheiden, doch niet zelden komt het voor dat een of meer paren zich zoowel in dikte als in kleur van de overige onderscheiden, en hier zoude men dan ook met eenig regt een verschil in verrigting kunnen vermoeden 1).

Hier komt bij dat de Malpighische buizen niet de eenige deelen zijn, waarin urinzuur en urinzure zouten worden afgescheiden. Deze zijn ook aangetroffen in de chylmaag der larven van sommige *Hymenoptera* en *Coleoptera*, en wel onder omstandigheden die het onwaarschijnlijk maken, dat zij daarin door den pylorus van uit den darm zouden zijn doorgedrongen (FABRE).

Veel algemeener nog treedt het vetligchaam als zitplaats eener pisafscheiding op Onder dien naam verstaat men eene grootendeels uit bindweefsel zamengestelde zelfstandigheid, in welker cellen wit, geel, soms rood gekleurde vetdroppeltjes in groot aantal opgehoopt liggen, en die de tusschenruimten van andere organen, inzonderheid van die welke in de achterlijfholte gelegen zijn, vult. Ofschoon dit vetweefsel bij de Crustaceën niet geheel ontbreekt, treedt het toch bij de Arachnoiden, maar vooral bij de Insekten, in veel sterker ontwikkeling op. Het staat hier in een bepaalden zamenhang met het tracheënstelsel, waarvan zich zeer talrijke takjes daarin verbreiden. Zelfs schijnt het dat vele der fijnste tracheëntakjes aan hun einde met een enkele cel verbonden zijn, een eindcel (MAX SCHULTZE, LANDOIS), die van straalsgewijze uitloopers voorzien is. Deze verbreiding der tracheën in het vetligchaam heeft tevens ten gevolge, dat dit

---

1) Men zie hierover LEYDIG in zijn *Lehrbuch der Histologie*, p. 471 en FABER in zijne *Étude sur l'instinct et les métamorphoses des Sphégiens. Ann. d. Scienc. natur. Zool*, 3me sér. T. VI. en *Étude sur le role du tissu adipeux dans la secrétion urinaire chez les insectes. Ann. d. Scienc. natur. Zool.* 4me sér. T. XIX. p. 351, die beiden aan de Malpighische buizen deze dubbele functie toekennen, terwijl LIRODOT, *Recherches sur les secrétions chez les insectes, Ann. d. scienc. naturelles. Zool.* 4me sér. T. IX. p. 141. dit gevoelen bestrijdt.

in een groot getal van lobjes en plaatjes verdeeld wordt, die bij onderscheidene soorten nog verschillende grootte en gedaante hebben, maar alle als het ware door tracheëntakjes gedragen worden.

Dat dit vetligchaam nu een soort van voorraadplaats van voedingstof is en zich in zekeren zin laat vergelijken bij het net *(epiploon)* der Gewervelde dieren, eene voortzetting van het peritonæum waarin zich desgelijks veel vet kan ophoopen, laat zich niet betwijfelen. Het is vooral gedurende het larvenleven, bij overvloed van voedsel, dat het in omvang toeneemt, om vervolgens bij de metamorphose, inzonderheid wanneer deze met een rustenden poptoestand gepaard gaat, wederom af te nemen. Er komen dan ook, behalve vetbolletjes, kristalachtige plaatjes van eene eiwitachtige stof in voor (Leydig). Tot op zekere hoogte laat zich inderdaad de rol, die het vetligchaam dan speelt, vergelijken bij die van een voedingsdojer tijdens het vruchtleven.

Doch het vetligchaam, althans een gedeelte daarvan, heeft ook nog eene andere beteekenis. Men vindt daarin dikwijls kleinere en grootere concrementen van urinzure zouten. Bij larven, vooral van *Hymenoptera* en *Lepidoptera*, worden deze aangetroffen in dat gedeelte van het vetligchaam hetwelk onmiddellijk onder de huid is gelegen; en wanneer de chitinelaag aldaar dun en doorschijnend is, schemeren zij daardoor heen en zijn voor een deel de oorzaak van de witte, gele of bruine kleuring die het dier vertoont. Ook bij volkomen Insekten komen zulke urinzuur bevattende concrementen niet zelden in het vetligchaam voor, maar dan zijn zij gemeenlijk meer in het binnenwaarts gelegen vetweefsel bevat, hier en daar in eenige lobjes die verspreid liggen tusschen andere welke alleen vet bevatten.

Ook nog op andere plaatsen kunnen dergelijke urinzuur houdende stoffen worden afgescheiden. Leydig vond deze in de sprieten van verscheidene Dagvlinders, en de bij eenige *Diptera*

in de kolfjes bevatte fijnkorrelige zelfstandigheid behoort vermoedelijk ook hiertoe 1).

Nog stippen wij hier aan dat ook in de lichtorganen van *Lampyris* talrijke urinzuur houdende concrementen voorkomen en wel in de aan de rugzijde gelegen laag 2).

Er kan derhalve op onderscheidene plaatsen van het ligchaam van een insekt eene afscheiding van urinzure zouten plaats grijpen. Reeds dit maakt het onwaarschijnlijk, dat het vetlichaam of een gedeelte daarvan als een eigenlijke nier te beschouwen is, waarvan de Malpighische buizen slechts de uitlozingskanalen zouden zijn. Deze voorstelling, ofschoon op den eersten blik eenigzins verleidelijk, is ook om andere redenen weinig aanneemlijk. Vooreerst toch duiden vele met zorg in het werk gestelde waarnemingen aan, dat de Malpighische buizen blind eindigen, en in de tweede plaats treden de epitheliumcellen, welke haar van binnen bekleeden, zelve als secretiecellen op, daar men deze niet zelden opgevuld aantreft met dergelijke kleine ligchaampjes, als ook in de holte der buis zich bevinden.

Ten slotte doen wij hier opmerken dat de vorming en nederzetting van urinzuur en urinzure zouten op verschillende plaatsen van het ligchaam der Insekten, waar in dat van andere dieren zulke eene afscheiding nimmer voorkomt, blijkbaar zamenhangt met de verbreiding van lucht door het geheele dier, door middel van het tracheënstelsel. Urinzuur is altijd een oxydatieprodukt, en zijne vorming is het gevolg eener levendige stofwisseling. In de meeste gevallen nu wordt het urinzuur met het bloed naar bepaalde organen, de nieren, gevoerd en eerst daar afgescheiden, maar bij de Insekten, wier stofwisseling zeer sterk is, — getuige de buitengewoon snelle groei der larven, — waar boven-

---

1) Leydig, *Einiges über den Fettkörper der Arthropoden*; in *Arch. f. Anat. u. Phys*, 1863 p. 192. Men zie ook L. Landois, *Ueber die Function des Fettkörpers*, in *Zeits. f. wiss. Zool.* XV. p. 371.

2) Kölliker, in *Verh. d. Würzburger Gesellsch.* Bd. VIII., Max Schultze in *Arch. f. Mikrok. Anat.* I. p. 124.

dien het voedingsvocht niet gescheiden is van het bloed en dit de kleine tusschenruimten van alle organen vult, terwijl het daar overal de lucht ontmoet die door de tracheën wordt aangevoerd, zijn juist de voorwaarden aanwezig die noodig zijn, niet enkel voor eene overvloedige vorming van urinzuur, maar ook voor zijne afzetting uit het bloed voordat dit de eigenlijke pisafscheidende werktuigen bereikt heeft.

130. Aan het slot van dit hoofdstuk vermelden wij nog eenige andere afscheidende organen, die, ofschoon geene voor het organisme schadelijke stoffen naar buiten voerende, hier toch nog het best op hare plaats zijn.

Daartoe behooren in de eerste plaats de spinorganen der Spinnen. Deze bestaan uit drie hoofddeelen: 1° de in het achterlijf gelegen spinklieren, 2° de ten getale van vier of zes rondom den aars geplaatste spintepeltjes, en 3° de aan de oppervlakte dezer spintepels geplaatste spinpijpjes.

Van de spinklieren kan men nog onderscheidene, meestal te zamen optredende vormen optellen 1), die men tot twee hoofdvormen vereenigen kan, namelijk enkelvoudige en zamengestelde. De enkelvoudige zijn het talrijkst en hebben eene peervormige, fleschvormige of buisvormige gedaante. De minder talrijke, slechts in eenige paren aanwezige, zamengestelde spinklieren zijn van tweederlei vorm: eenige bestaan uit een buisvormig vergaderzakje, waarin een aantal peervormige blaasjes monden, andere zijn herhaaldelijk dichotomisch vertakt, met plaatselijke aanzwellingen aan de takjes. Elk spinkliertje, hetzij enkelvoudig of zamengesteld, heeft een zeer dun uitlozingskanaaltje, dat mondt in een der spinpijpjes, waarvan er bij de een web spinnende soorten honderden aan de oppervlakte der spintepels staan, die derhalve aan even zoo vele afzonderlijke spinkliertjes beantwoorden. Deze

1) H. Meckel in *Arch. f. Anat. u. Physiol.* 1846. p. 50; Oeffinger in *Arch. f. mikrosk. Anatomie.* II. p. 1.

spinpijpjes zijn chitine-kokertjes, die over het grootste gedeelte hunner lengte cylindrisch, maar aan hun grond ringvormig verdikt zijn en in een konisch gedeelte uitloopen, door welks opening het taaije sap uittreedt, dat door het spinkliertje wordt afgescheiden, en, zamensmeltend met dat wat uit de naburige spinbuisjes naar buiten komt, den zich spoedig aan de lucht verhardenden spindraad vormt.

Ook bij eenige Insekten, zoo als *Hydrophilus*, zijn spinklieren in het achterlijf bevat, die zich ook aan het achtereinde daarvan openen. Gewoonlijk echter openen zich de spinklieren der larven van Insekten in den omtrek van den mond en zijn als zoodanig reeds vroeger (bl 431) vermeld geworden.

Dat deze verschillende vormen van spinklieren, uit een morphologisch standpunt, waarschijnlijk als huidklieren moeten worden beschouwd, is reeds vroeger (bl. 141) opgemerkt. Het zich tot een draad verhardende spinsel behoort tot de chitine-zelfstandigheden, en de zelden in duidelijke cellen gescheiden protoplasmalaag, aan de binnenvlakte der spinklieren, kan vergeleken worden bij de matrix der chitine, waaruit het huidskelet bestaat (verg. bl. 139).

Tot op zekere hoogte geldt hetzelfde van andere, meestal kleine klieren, die, in het achterste gedeelte van het achterlijf gelegen, zich in het einde van den endeldarm of in den omtrek van den aars openen en daarom in het algemeen aarsklieren worden genoemd. Alleenlijk wordt daardoor geen spinsel uitgescheiden, maar andere zelfstandigheden, die soms giftig zijn (verg. bl. 138).

Nog andere in het achterlijf bevatte klieren staan met de voorttelingsorganen in verband en zullen bij dezen besproken worden.

BIJZONDERE DIERKUNDE.

MORPHOLOGIE

DER

ONGEWERVELDE DIEREN.

III.

LEERBOEK
VAN DE GRONDBEGINSELEN
DER
DIERKUNDE
IN HAREN GEHEELEN OMVANG

DOOR

P. HARTING.
Hoogleeraar aan de Utrechtsche Hoogeschool.

DERDE DEEL

ONGEWERVELDE DIEREN.

TWEEDE AFDEELING.

MORPHOLOGIE.

Met talrijke houtsneê-figuren.

TIEL
H. C. A. CAMPAGNE.
1874.

Stoomdruk van P. W. van de Weijer, Utrecht.

ORGANEN VOOR DE BETREKKINGS-VERRIGTINGEN.

131. Alle dieren staan in betrekking tot de hen omgevende buitenwereld. Zij ontvangen indrukken en werken daarop terug. Wanneer die indrukken tot bewustheid geraken, noemt men hen gewaarwordingen, en wanneer de terugwerking met bewustheid geschiedt en zich in eene uitwendige beweging openbaart, dan noemt men deze eene willekeurige beweging. Gewaarwording, willekeurige beweging en het bewustzijn, dat deze beiden aaneenschakelt en omvat, zijn het onafscheidelijk eigendom der dierlijkheid. Wij worden door logische gevolgtrekking gedwongen deze toe te kennen aan alle organische wezens, die wij dieren noemen, ook aan diegene welke op den allerlaagsten trap van organisatie staan. Alleenlijk moet men hierbij wel in het oog houden: vooreerst dat er in de helderheid van het bewustzijn alle denkbare trappen bestaan, en ten tweede dat men nog geenszins regt heeft, om uit de waargenomen beweging van een wezen, zelfs dan niet wanneer deze beweging duidelijk eene voor het dier nuttige strekking heeft en daarom oogenschijnlijk geschiedt om een voorgesteld doel te bereiken, het besluit af te leiden dat het wezen zich daarvan bewust is. Zeer vele zoodanige bewegingen, ook bij den mensch, kunnen volkomen onbewust plaats grijpen, hetzij uit gewoonte of omdat op eenen zekeren indruk, die niet tot gewaarwording wordt, met noodwendigheid eene zekere terugwerking, derhalve eene zekere beweging, volgt. Deze laatste bewegingen, die geheel buiten het bewustzijn om kunnen geschieden, ja waarvan zelfs ontwijfelbare

planten voorbeelden aanbieden, bestempelt men gewoonlijk met den kenmerkenden naam van teruggekaatste of reflex-bewegingen.

Het is uit den aard der zaak in vele gevallen uiterst moeijelijk, dikwijls onmogelijk, zulke reflexbewegingen met zekerheid te onderscheiden van andere bewegingen, die het gevolg zijn van een wilsbevel. Alleen analogieën met hetgeen wij bij hoogere dieren en aan ons zelven waarnemen kunnen hierbij leiden, en zulke analogieën zijn niet zelden zeer bedriegelijk en voor meer dan ééne duiding vatbaar.

Eerst dan staan wij op vasteren bodem, wanneer het alleen geldt de vragen te beantwoorden: welke zijn de werktuigen waardoor het dier indrukken van de buitenwereld ontvangt; — door welke andere werktuigen werkt het daarop terug; — en langs welken weg wordt het verband tusschen beide die soorten van werkingen tot stand gebragt?

132. Indien men de op den laagsten trap staande dieren uitzondert, dan treft men bij allen aan of nabij de oppervlakte gelegen deelen aan, die door hun maaksel geschikt zijn voor het ontvangen van zekere indrukken, waardoor gewaarwordingen van eenen bepaalden aard kunnen worden opgewekt. Zulke deelen noemt men zintuigen. Andere mede nabij de oppervlakte gelegen deelen bezitten het vermogen van zich zamen te trekken, zich dientengevolge te verkorten en de beweging, die daarvan het gevolg is, over te dragen op andere deelen, waarmede zij in regtstreekschen zamenhang zijn. Deze voor zamentrekking vatbare deelen zijn de spieren. Zintuigen en spieren nu staan in onderling verband door tusschenkomst van het zenuwstelsel, dat op zijne beurt bestaat uit binnen in het ligchaam gelegen centraaldeelen, die men gewoonlijk zenuwknoopen of gangliën noemt, en uit draden, de zenuwen, die eensdeels van uit de zintuigen zich naar de zenuwknoopen, anderdeels van uit deze zich naar de spieren begeven. De voortleiding van den

indruk langs de door de zenuwen aangewezen banen geschiedt derhalve in centripetale rigting, d. i. naar het centraaldeel toe, terwijl de terugwerking in tegengestelde rigting, van het centraaldeel uit, zich naar de spieren voortplant Geschiedt de laatste met bewustheid en is zij aan den wil van het dier onderworpen, dan kan zij worden vertraagd of zelfs geheel uitblijven; heeft zij daarentegen plaats zonder dat het dier er zich van bewust is of zonder dat de wil er deel aan neemt, dan volgt de terugwerking onmiddellijk en noodzakelijk op den indruk, alleen met zooveel tijd daartusschen als noodig is voor het afleggen van den weg, heen en terug, naar en van het centraaldeel.

Behalve de genoemde deelen van het zenuwstelsel, waardoor het dier indrukken van buiten ontvangt en daarop terugwerkt, zijn er echter nog andere, die, hoewel zij met de eersten steeds in verband staan, geheel aan het beheer van den wil onttrokken zijn. Zij beheerschen de voedingsverrigtingen: afscheiding, opslorping, bloedbeweging, ademhaling enz. Hunne werking bestaat grootendeels ook in het te voorschijn roepen van zamentrekkingen in zamentrekbare deelen, d. i. in spieren en spiercellen, doch die bestanddeelen der voedingsorganen zijn en, ter onderscheiding van de aan den wil onderworpen spieren, onwillekeurige of ook wel organische spieren worden genoemd. Ook deze afdeeling van het zenuwstelsel, gewoonlijk met den naam van het voedings- of ingewanden-zenuwstelsel, ook wel met dien van het sympathische stelsel, bestempeld, heeft hare eigene centraaldeelen of ganglien, vanwaar de werking uitgaat.

ZENUWSTELSEL.

133. Gewoonlijk onderscheidt men tweederlei elementairdeelen als de zamenstellende bestanddeelen van het zenuwstelsel, namelijk cellen en vezelen. De eersten zijn opeen gehoopt in de ganglien en heeten daarom gangliencellen, terwijl de laatsten de zenuwdraden zamenstellen. De waarheid is echter dat het geheele zenuwstelsel slechts uit een enkel soort van elementairdeelen bestaat, t. w. cellen, die bijna allen van draadvormige uitloopers of verlengselen voorzien zijn. Bereiken deze uitloopers eene groote lengte, en liggen zij vereenigd tot bundels, die zich naar het een of ander orgaan begeven, om daarin weder uiteen te wijken en zich te verspreiden, dan noemt men die bundels zenuwen. De gangliencellen, welker grootte zeer uiteenloopend is, bestaan grootendeels uit protoplasma, dat een kern met een, soms meer kernligchaampjes, insluit. Dit protoplasma vertoont dikwijls geen spoor van een omhullend vlies of celwand, in weerwil dat de gedaante der gangliencellen bij de Ongewervelde dieren gewoonlijk een goed bepaalde, namelijk eene rondachtige, eironde of peervormige is. Slechts zelden worden bij hen, en dan alleen in de hoogste groepen (Cephalopoden, sommige Gasteropoden, Decapoden), stervormige of zoogenaamde multipolaire gangliencellen aangetroffen, die daarentegen bij de Gewervelde dieren veelvuldig voorkomen (Verg. Dl. II bl. 422).

Ook in het maaksel der zenuwen bestaat tusschen de Gewervelde dieren en de Ongewervelden een doorgaand verschil. De zenuwvezelen, die van de gangliencellen uitstralen, ontvangen bij de laatsten nimmer een omhulsel van het zoogenaamde ze-

nuwmerg, dat, met zeldzame uitzonderingen, bij de eersten voorkomt en oorzaak is dat hunne zenuwvezelen of primitiefbuizen duidelijke dubbele randen vertoonen (Dl. II bl. 424). De zenuwvezelen der Ongewervelde dieren laten zich alleen vergelijken bij de ascylinders der primitiefbuizen van de Gewervelde dieren. Slechts in de hoogste groepen (Cephalopoden, Decapoden) schijnt de ascylinder nog van eene zeer dunne eigene scheede voorzien te zijn. Meestal echter zijn de zenuwvezelen uiterst dun en teeder, zonder waarneembare scheede, en, ten gevolge van het gering verschil in lichtbrekend vermogen met het omringende vocht, veel minder onderscheidbaar dan de merkelijk dikkere en het licht sterk brekende primitiefbuizen der Gewervelde dieren. Dikwijls zijn zij ook zeer moeijelijk als bijzondere vezelen onderscheidenlijk te zien en alleen herkenbaar aan de overlangsche streping die de zenuwzelfstandigheid vertoont. Deze onderscheiding wordt nog verzwaard door de omstandigheid dat, even als bij gewervelde dieren, de zenuwen door het neurileem d. i. door eene bindweefselscheede omhuld worden, die zich, wanneer de zenuw eene zekere dikte heeft, ook in het binnenste daarvan voortzet en de fijne zenuwvezelen tot een zamenhangend geheel verbindt. Ook de ganglien bezitten een dergelijk neurileem-omhulsel, dat binnenwaarts een meer of minder zamenhangend netwerk vormt, in welks mazen de ganglien-cellen gelegen zijn.

De gedaante der zenuwknoopen of ganglien is wel is waar meestal die van korte, rondachtige verdikkingen, als van knoopen die in een draad zijn gelegd, waaraan zij dan ook hun naam verschuldigd zijn. Toch zoude men dwalen indien men daarin hun hoofdkarakter zocht. Dit bestaat integendeel in de aanwezigheid van gangliencellen, waardoor zij tot centraaldeelen der zenuwwerkzaamheid worden, terwijl de zenuwen alleen tot geleiding dienen. Zoodra derhalve eenig gedeelte der baan van het zenuwstelsel niet enkel uit zenuwvezelen, maar ook uit gangliencellen bestaat, dan mag men daaruit besluiten, dat zulk een gedeelte de verrigting en de beteekenis heeft van een cen-

traaldeel, d. i. van een ganglion, onverschillig overigens welke zijne gedaante is. Inderdaad bestaan er gevallen, gelijk beneden nader blijken zal, waarin de gedaante der centraaldeelen overeenstemt met die van zenuwstammen of strengen, terwijl alleen het mikroskopisch onderzoek hun waren aard leert kennen.

134. Onder de laagste dierklassen komen vele soorten voor bij welken men tot dusver geen zenuwstelsel heeft kunnen ontdekken, hetzij omdat het in werkelijkheid ontbreekt of omdat het zich niet te midden der overige deelen onderscheiden laat. Eerst bij zulke dieren, welke ook in andere opzigten op eenen tamelijk hoogen trap van bewerktuiging staan, wordt een zenuwstelsel duidelijk waarneembaar.

In het algemeen beantwoordt de inrigting van het zenuwstelsel, d. i. de betrekkelijke plaatsing zijner deelen, aan het geheele maaksel van het dier waartoe het behoort. Bij radiaal-symmetrische dieren vindt men een radiaal-symmetrisch, bij bilateraal-symmetrische dieren een bilateraal-symmetrisch zenuwstelsel. In beide gevallen maakt het zenuwstelsel een enkel zamenhangend geheel uit, omdat de ganglien, vanwaar de zenuwen ontspringen, die zich door het ligchaam verbreiden, onderling door zenuwdraden, verbindingstrengen of commissuren, verbonden zijn.

Bij de bilateraal-symmetrische ongewervelde dieren (Wormen, Gelede dieren, Weekdieren) bestaat het zenuwstelsel altijd uit twee helften, eene linksche en eene regtsche, die echter nimmer van elkander geheel gescheiden zijn, maar minstens op één punt met elkander zamenhangen. Dit punt, waar de beide helften elkander altijd ontmoeten of althans door eene commissuur verbonden zijn, is een centraaldeel, dat steeds in het voorste gedeelte des diers, is gelegen, nabij de rugzijde. Daar het zich meestal boven de spijsverteringsbuis, en wel boven den slokdarm bevindt, zoo noemt men het ook dikwerf de bovenslokdarmzenuwknoop *(ganglion supra-oesophageum)*, een naam echter,

die geenszins altijd geheel toepasselijk is. Ook de naam van hersenen is er aan gegeven, een naam die zich in zooverre regtvaardigen laat, als in verreweg de meeste gevallen, zoo niet altijd, de zenuwen der voornaamste zintuigen, — die van het gezigt, het gehoor en de reuk, daaruit ontspringen, evenals uit de hersenen der Gewervelde dieren, doch die toch niet zonder eenig voorbehoud mag gebruikt worden, omdat eigenlijk slechts een gedeelte van de hersenen der Gewervelde dieren, wat de verrigting betreft, aan dit centraaldeel beantwoordt, en zijne zamenstelling eene geheel andere is. Ook moeten de pogingen om daarin dergelijke afdeelingen als in de hersenen der Gewervelde dieren terug te vinden grootendeels als mislukt worden beschouwd. Beter schijnt het ons daarom toe dit centraaldeel met den naam van vóórknoop of *protoganglion* aan te duiden.

De grootte van dit protoganglion, even trouwens als van alle andere ganglien, staat in verhouding tot de zenuwen, die daaruit haren oorsprong nemen. Met de hoogere organisatie van het dier klimt ook in het algemeen de betrekkelijke grootte van het ganglion. Typisch moet het beschouwd worden als altijd bestaande uit twee ganglien, elk beantwoordende aan eene der ligchaamszijden; en die zamenstelling is meestal duidelijk waarneembaar, soms alleen aan eene overlangsche middengroef, in andere gevallen aan eene volkomen scheiding in twee helften, die in nog andere zich van elkander verwijderen, maar dan toch altijd door een verbindingstreng verbonden blijven. Toch komen er ook gevallen voor, dat het protoganglion zich als enkelvoudig vertoont, hetzij omdat de differentieering in twee helften werkelijk niet is tot stand gekomen, of omdat de beide zijdeganglien waaruit het bestaat innig in de middellijn met elkander versmolten zijn. Terwijl het eerste alleen bij de lagere vormen voorkomt, geldt het laatste daarentegen van de hoogste.

Bij sommige groepen van bilaterale Ongewervelde dieren is het protoganglion het eenige centraaldeel. Meestal echter zijn er nog andere ganglien aanwezig, die dan echter altijd met het

eerste en onderling door kortere of langere verbindingstrengen zamenhangen. Het aantal en de plaatsing dezer ganglien bieden nog velerlei verschillen aan. Slechts in één punt komen zij algemeen overeen, namelijk dat zij steeds aan de buikzijde, onder het spijsverteringskanaal of ter weerzijde daarvan gelegen zijn, terwijl de verbindingstrengen, waardoor het voorste dezer ganglien of ganglienparen met het protoganglion verbonden is, een ring rondom den slokdarm vormen. Vandaar dat men dit voorste buikganglienpaar met den bijzonderen naam van o n d e r s l o k d a r m - z e n u w k n o o p *(ganglion infraoesophageum)* heeft onderscheiden. Hierbij moet men echter in het oog houden, dat de verbindingstrengen, waardoor de bovengenoemde zenuw-slokdarmring gevormd wordt, allerlei lengten kunnen bezitten, zoodat, terwijl in vele gevallen, waar die verbindingstrengen zeer kort zijn, de zenuwring naauw rondom den slokdarm sluit, in andere gevallen daarentegen de verbindingstrengen zeer lang en dien ten gevolge de onderslokdarmknoopen ver achterwaarts gelegen zijn.

In het algemeen kan men als regel stellen, dat met het getal der ligchaamsdeelen, die eene zekere mate van zelfstandige levenswerkzaamheid bezitten, ook het getal der ganglien toeneemt, hetzij dan dat deze deelen bijzondere organen zijn, welke eene eigene functie bezitten, of wel dat die deelen achter elkander gelegen leden, segmenten of metameren, zijn, waaruit het ligchaam is zamengesteld. Zeer dikwerf echter komt het voor, dat, door verkorting en verdwijning der overlangsche verbindingstrengen, twee of meer ganglien of ganglienparen onderling versmelten. Zulke door zamensmelting van twee of meer ganglien ontstane ganglienmassa's zijn echter in den regel grooter dan de enkelvoudige ganglien, en, welverre dat eene daardoor teweeg gebragte vermindering van het getal der centraaldeelen eenen geringeren trap van bewerktuiging zoude aanduiden, is zij veeleer het kenmerk van eene hoogere concentratie der levenswerkzaamheid, voor zoover deze van het zenuwstelsel als algemeenen regelaar afhangt. Van

die meerdere concentratie is eene versterking der individualiteit van het dier in zijn geheel het gevolg, waardoor het in rang als zelfbewust wezen stijgt.

De onderlinge versmelting der ganglien heeft echter niet enkel door verdwijning der overlangsche verbindingstrengen plaats. Typisch bestaan, even als het protoganglion, ook alle buikganglien uit twee zijdelingsche helften, hoewel zij in vele gevallen een schijnbaar enkelvoudige, in de middellijn des ligchaams verloopende keten vormen. Dat dit het gevolg is van het verdwijnen der overdwarse verbindingstrengen, en dat inderdaad alle in de middellijn gelegen ganglien ganglienparen en geen enkelvoudige ganglien zijn, blijkt het duidelijkst uit die gevallen, waar de twee door deze laatste gevormde ketens ter weerzijde der ligchaamsas op eenigen afstand van elkander gelegen zijn en zoo te zamen op een ladder gelijken, waarvan de dwarse verbindingstrengen de sporten voorstellen. De onderlinge afstand der beide ketens kan, onder verlenging der dwarscommissuren, in sommige gevallen zoo groot zijn, dat beiden, ver van de ligchaamsas, zich digt langs de zijden naar achteren uitstrekken. De vereenvoudiging van het maaksel van het zenuwstelsel kan nu nog eenen stap verder gaan. Wanneer zekere ligchaamsdeelen niet tot ontwikkeling komen of de bij andere verwante soorten bestaande segmentatie uitblijft, dan vormen zich ook de ganglien niet, waaruit zulke deelen of leden hunne zenuwen ontvangen. Zoo kan de vorming van ganglien en daarmede tevens die van overdwarse verbindingstrengen in het buikgedeelte van het zenuwstelsel geheel achterwege blijven, en, waar dit het geval is, vertoonen zich nu, in plaats van twee ganglienketens, twee eenvoudige, overlangs loopende strengen of zenuwstammen, die uit het protoganglion hunnen oorsprong nemen. Tevens verdwijnt dan de slokdarmring. Eindelijk bereikt, — wederom in andere gevallen, — de vereenvoudiging haren hoogsten trap, wanneer ook de beide zijdelingsche zenuwstammen zich niet meer door bijzondere dikte van de overige uit het protoganglion ontsprin-

gende zenuwen onderscheiden, maar hieruit alleen zenuwen in verschillende rigtingen naar de peripherie uitstralen.

Al de bovengenoemde gevallen, met talrijke tusschentrappen, komen nu in de onderscheidene groepen der bilateraal-symmetrische Ongewervelde dieren voor. Zij verkondigen ten duidelijkste eene algemeene eenheid van plan, in weerwil van de velerlei wijzigingen die daarin optreden. Uit de beneden volgende, iets uitvoeriger beschrijving van het zenuwstelsel der verschillende groepen zal dit nog duidelijker blijken.

Men zoude zelfs de vraag kunnen opwerpen, in hoe verre ook het maaksel van het zenuwstelsel der hoogste groep van bilateraal-symmetrische dieren, de Gewervelde dieren namelijk, in dit algemeene plan past, met andere woorden of er wel een zoo onoverkombare kloof tusschen het zenuwstelsel van de Gewervelde en dat der Ongewervelde dieren is, als men op den eersten blik geneigd is aan te nemen. Reeds lang heeft men de buikganglienstreng van Wormen en Gelede dieren met het ruggemerg vergeleken en buikmerg genoemd. Dat er ten opzigte van maaksel en verrigting overeenkomsten bestaan, is wel is waar niet te ontkennen, maar de geheel van elkander verschillende plaats der beiderlei deelen, waarvan het eene zich onder, het andere zich boven de voedingsorganen uitstrekt, in verband met de zeer verschillende wijze van ontwikkeling, hebben de meeste ontleedkundigen bewogen om die vergelijking van uit een morphologisch standpunt als ongeoorloofd te verwerpen.

Uit het boven gezegde nu blijkt, dat men op goede gronden zich voorstellen kan, langs welken weg het zenuwstelsel der bilaterale Ongewervelde dieren van den eenvoudigsten tot den meest zamengestelden toestand is gekomen, hoe de buikganglienketen inderdaad geacht moet worden te beantwoorden aan de beide zijdelingsche zenuwstammen die bij eenigen uit het protoganglion zich naar achteren uitstrekken, zonder een slokdarmring te vormen. Het ontbreekt niet aan gevallen, waarin die beide stammen noch onder noch boven de spijsverteringsorganen maar

eenvoudig in het middenvlak, ter weerzijde van dezen, gelegen zijn. Het zenuwstelsel verkeert dan, om zoo te spreken, in eenen indifferenten toestand. Door toenadering der beide zijdestammen in de middellijn onder de spijsverteringsbuis, en de vorming van ganglien op den weg der zenuwvezelen, alsmede van dwarse commissuren tusschen de wederzijdsche gangliën, ontstaat nu de buikganglienketen. Had daarentegen die toenadering plaats aan de rugzijde, boven de spijsverteringsbuis, dan zoude een maaksel ontstaan, dat in het wezen der zaak geheel aan een ruggemerg beantwoordde. Intusschen mag men hierbij vooral niet voorbij zien, dat het geenszins voldoende is aan te toonen dat eene zaak zich als mogelijk zijnde laat denken, maar dat, om haar aannemelijk te maken, ook feiten ten betooge der juistheid van zulk eene beschouwing dienen te worden aangevoerd. Men zoude moeten kunnen wijzen op zekere tusschentrappen, waardoor de vervorming van de nog indifferente zijdestammen tot een ruggemerg althans aanschouwelijk werd gemaakt, even als hunne vervorming tot een buikganglienketen zich in werkelijk bestaande overgangsvormen van allerlei graden openbaart. Aan zulke tusschentrappen of overgangsvormen nu ontbreekt het tot dusver ten eenenmale, en het laat zich ook niet als waarschijnlijk voorzien, dat men deze onder de thans levende dieren ooit ontdekken zal.

PROTOZOËN.

135. In geen der tot deze afdeeling behoorende dieren heeft men tot hiertoe een zenuwstelsel waargenomen. Toch geven velen onder hen, inzonderheid in de klasse der Infusorien, zoo duidelijke blijken van gewaarwording der indrukken door uitwendige voorwerpen op hen gemaakt, terwijl ook vele hunner bewegingen zoo klaarblijkelijk willekeurig zijn, dat men daaruit slechts een van beiden besluiten kan: dat zij namelijk óf een zenuwstelsel bezitten, maar hetwelk zich, uit hoofde van zijne groote teederheid, aan onze tegenwoordige middelen van waar-

neming onttrekt, óf dat zich werkelijk geene een zenuwstelsel uitmakende deelen gedifferentieerd hebben uit het contractiele protoplasma of sarcode, waaruit het ligchaam dezer wezens grootendeels bestaat. In het laatste geval, dat inderdaad het waarschijnlijkst is, komt men van zelf tot het besluit, dat dit protoplasma, behalve het vermogen tot zamentrekking, ook de eigenschappen eener zenuwzelfstandigheid heeft. Ook bij zulke Protozoën, die, gelijk de Amoeben en andere Rhizopoden, uit een naakt protoplasma bestaan, met daaruit in verschillende rigtingen stralende verlengsels of pseudopodien, bespeurt men dat deze gevoelig zijn voor indrukken; en inderdaad zoude eene vergelijking van zulk een wezen bij eene multipolaire gangliencel als tot op zekere hoogte geoorloofd kunnen worden beschouwd. Bij vele lagere dieren vertoonen zich de fijnste zenuwdraden nagenoeg gelijk aan deze protoplasma-verlengsels (verg. fig. 17 bl. 31).

Dat bij eenige Infusorien zich bandvormige contractiele deelen, spiervezelen, uit het protoplasma gedifferentieerd hebben, is reeds vroeger (bl. 40) vermeld

Coelenteraten.

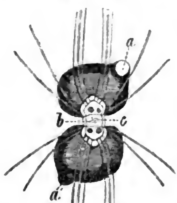
136. Ook in deze afdeeling zijn zeer vele dieren, bij welken het nog niet gelukt is een zenuwstelsel aan te wijzen. Noch bij de Anthozoën, noch bij de Hydroidpolypen of voedsters der Hydrozoën is zulk een stelsel gevonden, evenmin trouwens als eigenlijke zintuigen. Toch zijn al deze dieren zeer gevoelig voor uitwendig aangebragte prikkels en geven zij duidelijk blijken dat de daardoor gemaakte indruk voortgeleid wordt. Bij de uit eenen stok of kolonie bestaande vormen plant die indruk zich van individu tot individu voort, derhalve ook door het aan hen gemeenschappelijk toebehoorend coenenchym. De Pennatuliden, waaronder er zijn die na zulk een prikkeling in het duister licht uitstralen, vertoonen deze voortleiding op eene zeer duidelijke wijze. Zij geschiedt in bepaalde rigtingen, die afhangen van de laats der prikkeling, en is langzaam genoeg om haar me

het oog te volgen en zelfs haar snelheid te meten, die volgens de waarnemingen van PANCERI omstreeks vijf centimeters in ééne sekonde bedraagt.

In den geslachtsrijpen Medusa-toestand bezitten de Hydrozoën echter zoowel bijzondere zintuigen, de zoogenaamde randligchaampjes, als een zenuwtoestel. Dit bestaat uit een ring langs en nabij den rand van het scherm, digt onder het ringkanaal, waar dit aanwezig is. Op regelmatige afstanden, telkens ter hoogte van een randligchaampje, bevindt zich in dien ring eene kleine verdikking, een ganglion, en daaruit ontspringen fijne zenuwdraden, die zich deels naar de tentakels begeven, deels zich langs de radiale kanalen van het gastrovasculair-stelsel uitstrekken (AGASSIZ, FR. MÜLLER, CLAUS, KEFERSTEIN en EHLERS, HAECKEL). Of er, gelijk AGASSIZ bij eenigen wil waargenomen hebben, nog een tweede zenuwring in den bodem van het scherm is, waarmede de eerste door de radiale zenuwdraden in verband zoude staan, is veel minder zeker.

Omtrent het zenuwstelsel der Ctenophoren bestaan nog twijfelingen. Wel is waar heeft men bij verscheidene soorten dezer klasse, aan den trechterpool, onmiddellijk onder het otolithblaasje een of twee ligchaampjes waargenomen, die het eerst door WILL als ganglien en wel als centraaldeel van het zenuwstelsel geduid zijn, doch welligt met evenveel regt als eindorgaan kunnen beschouwd worden. Daarmede staan fijne, straalsgewijs loopende draden in verband, die zich naar de rijen van zwemplaatjes begeven, onder elk van welke zij eene kleine driehoekige aanzwelling, een ganglion, vormen. Indien, — hetgeen echter tot dusver niet is waargenomen, — deze aanzwellingen door dwarse commissuren verbonden waren, zoude men hier het homologon van den zenuwring

Fig. 350.



Veld aan de trechterpool van *Pleurobrachia*. Sterk vergroot. Naar AGASSIZ.

a a' excretie-openingen; *b* zenuwknoop; *c* otolithblaasje.

der Medusen hebben. Zijn echter de beide bovengenoemde ligchaampjes, die volgens EIMER 1) door commissuren tot een ring rondom den trechter verbonden zijn, als centraaldeelen te beschouwen, dan moet men daarentegen de genoemde driehoekige ligchaampjes voor peripherische eindorganen houden.

ECHINODERMEN 2).

De centraaldeelen van het zenuwstelsel bestaan bij de Holothurien, de Echinoiden en de Stelleriden uit een digt onder de mondhuid gelegen vijfhoekige ring en vijf straalsgewijs daarvan op gelijke afstanden uitgaande zenuwstammen, die zich in het midden van het radiaal gedeelte langs de ambulacrale velden of in de daaraan beantwoordende armen, tot aan het einde van dezen uitstrekken.

1) *Arch. f. mikrosk. Anatomie*, 1872 VIII p. 647. Het onderzoek geschiedde aan *Beroë*, waar volgens EIMER de zenuwrijkdom bijzonder groot is.

2) Ofschoon het algemeen maaksel van het zenuwstelsel der Echinodermen thans wel genoeg bekend is, om er het bovenstaande overzigt van te geven, treft men in de beschrijvingen dergenen, die zich met het onderzoek daarvan hebben bezig gehouden, toch nog niet onbelangrijke verschillen ten aanzien van de bijzonderheden der structuur aan. Zonder in eene uiteenzetting en kritische beschouwing dier verschillen te treden, welke buiten het plan van dit Leerboek liggen, verwijzen wij derhalve naar de volgende schrijvers:

SPIX in *Annales du Museum d'histoire naturelle*, 1809 T. XIII p. 438 (Asteriden).

F. TIEDEMANN, in *Meckel's Archiv. f. Physiologie*, 1815 T. I. (Asteriden).

Dezelfde in zijn werk: *Anatomie der Röhren-Holothurie, des pomeranzenfarbigen Seesterns und des Stein-Seeigels*, Heidelberg 1817—1820.

A. KROHN, *Archiv f. Anatomie und Physiologie*, 1841 p. 1., vertaald in *Annales des sciences naturelles*, 1841, 2me sér. T. XXI (Echinoiden, Holothurien).

J MÜLLER, *Abhandlungen der Berliner Akademie*, 1841 (Crinoiden).

Dezelfde, *Archiv f. Anatomie und Physiologie*, 1850 p. 120 (Asteriden, Ophiuren en Echiniden).

Dezelfde *Abhandl. d. Berl Akademie*, 1853 p. 137, 165, 199.

DUVERNOY, *Mémoires de l'académie des sciences*, 1849 p. 605 (Asteriden en Echiniden).

E. HAECKEL, *Zeits. f. wissensch. Zoologie*, 1860 T. X. (Asteriden).

H. S. WILSON, *Transactions of the Linnean Society of London*, 1860 T. XXXIII p. 107 (Asteriden).

A. BAUR, *Nova acta Acad. Caes. Leop Carol. Nat. Cur.* 1864, T. XXXI (*Synapta*).

C. SEMPER, *Reisen im Archipel der Phillippinen*. Bd. I. H. 4. (Holothurien).

PH. OWSJANNIKOW, *Bulletin de l'acad. de St. Petersbourg*, 1871 p. 310 (Asteriden).

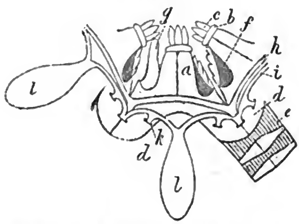
R. GREEFF, *Sitzungsber. d. Ges. z. Beförd. d. gesammt. Naturw. zu Marburg*, 1871 N. 8, 1872 N. 6 (Asteriden).

E. BAUDELOT, *Archives de Zoologie expérimentale*, 1872 I. p. 177 (Ophiuren, Asteriden, Echiniden).

C. K. HOFFMANN, *Zur Anatomie der Asteriden*. *Niederl. Archiv für Zoologie*, Bd. II H I. 1873 p. 1.

Deze radiale of ambulacrale zenuwstammen zijn echter geen zenuwen in de gewone beteekenis des woords. Zij bestaan voor een groot gedeelte uit gangliencellen, die echter uiterst klein en teeder en vooral in den omtrek opgehoopt zijn, terwijl zich de desgelijks zeer teedere zenuwvezelen meer binnenwaarts in overwegend aantal bevinden. Deze zenuwstammen zijn derhalve veeleer als in de lengte gerekte ganglien of als een keten van innig onderling versmolten ganglien te beschouwen. J. Müller noemde hen op dien grond ambulacraalhersenen. Daaruit ontspringen zeer talrijke zenuwtakjes, die zich naar de huid en naar de peripherische deelen van het ambulacrale watervaatstelsel uitstrekken en zich daarin verbreiden. De bovengenoemde zenuwmondring, waardoor deze stammen tot een geheel verbonden zijn, bevat ook nog wel gangliencellen, maar is meestal dunner dan die stammen zelve, en op de hoeken, waar deze laatste ontspringen, bevinden zich geenerlei als ganglien te duiden aanzwellingen.

Fig. 351.



Binnenzijde van de mondhoeken, met een gedeelte van den zenuwring en van het ringkanaal van *Ophiolepis ciliata*. Naar Joh. Müller.

a mondhoekstukken; *b torus angularis*; *c palae dentales*; *d* eerste ambulacraalwervel des arms; *e* spieren; *f* holte voor de mondvoelers *g*; *h* zenuwring, gelegen in zijne groeve; *i* ringkanaal; *k* tak daarvan in eene opening van den eersten ambulacraalwervel voor de mondvoelers *g*; *l* Polische blazen.

Elke ambulacrale zenuwstam is bandvormig en bestaat nog uit twee, door eene min of meer duidelijk waarneembare middengroef gescheiden helften, die gezamenlijk door eene neurileemschede omsloten worden. Ook is daarin in eenige gevallen (bij Synaptiden door Baur, bij Asterien door Owsjannikow, Greeff en Hoffmann) een overlangs loopend kanaal waargenomen. Bij Asterien (z. fig. 352 bl. 505) is het kanaal door een tus-

schenschot met daarvan uitgaande kanten nog in drie (HOFFMANN) of vier (GREEFF) evenwijdige kanalen gescheiden. Deze kanalen bevatten bloed, dat zij uit den mondvaatring ontvangen. Zij vertegenwoordigen de radiale bloedvaten van andere Echinodermen 1).

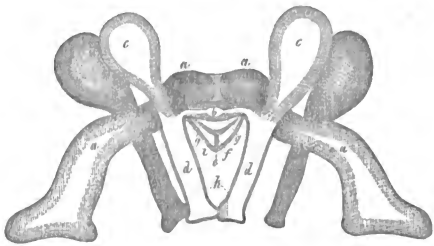
De plaats door de centraaldeelen van het zenuwstelsel ingenomen, hoewel schijnbaar verschillend bij de onderscheidene groepen, is in het wezen der zaak altijd dezelfde, namelijk aan de buikzijde der centraaldeelen (ringkanaal en radiale kanalen) van het ambulacrale stelsel, tusschen deze en den huidspierzak.

De verschillen, welke optreden in de verhouding dezer deelen tot de naburige deelen van het skelet, vinden hunne verklaring in de omstandigheid dat het Echinodermen-skelet tweederlei oorsprong heeft, dat namelijk een gedeelte daarvan een huidskelet, een ander gedeelte een inwendig skelet is (verg. bl. 60 en 67). De tot het huid-skelet behoorende deelen liggen aan de buitenzijde, die welke tot het inwendige skelet behooren, aan de binnenzijde van de centraaldeelen des zenuwstelsels. De als inwendig skelet te beschouwen kalkmondring der Holothurien en der Echinoiden steunt derhalve de ambulacrale zenuwstammen, die uit den onder den mond gelegen zenuwring, door de insnijdingen of door de openingen der auriculae heen, zich naar achteren begeven. Bij die Echinoiden welke eenen kaauwtoestel bezitten (bl. 221) ligt de zenuwring tusschen den slokdarm en de spitsen der kaken en wordt door vijf paren van banden in die ligging bevestigd. De zenuwstammen begeven zich van den ring door de tusschenruimten der kakenpiramiden heen naar de ambulacraalvelden Bij de Holothurien verloopen de zenuwstammen in de middellijn der lengtespieren, tusschen deze en de radiale kanalen; bij de Echinoiden, waar de lengtespieren ontbreken, liggen de in het midden dikker wordende zenuw-

1) Op bl. 234 in het vorige stuk is gezegd dat het aan JOURDAIN, GREEFF en HOFFMANN niet gelukt was het door TIEDEMANN en JOH. MÜLLER beschreven vaatstelsel bij de Asteriden terug te vinden. Uit nieuwere onderzoekingen van GREEFF en van HOFFMANN blijkt echter dat dit vaatstelsel werkelijk bestaat en dat de TIEDEMANNSCHE, door JOH. MÜLLER verbeterd beschrijving daarvan in de hoofdpunten juist is.

stammen tusschen de radiale kanalen en de schaal, en door elk der talrijke ambulacraalporien treedt een zenuwtakje naar buiten.

Fig. 352.



Loodregte doorsnede van den arm van een Zeester. Half schematisch. Iets gewijzigd naar HOFFMANN.

a a a a wervelstukken; *b* radiaal ambulacraalkanaal; *c c* ampullae; *d d* ambulacraalpootjes; *e* holle radiale zenuwstam; *f* tusschenschot daarin met ter weerzijde daarvan uitgaande kanten; *g* tusschenschot waardoor het ambulacraalkanaal van het zenuwkanaal gescheiden is; *i* zenuwblad, zich ombuigende in de zenuwlaag *k* der ambulacraalpootjes.

Bij de Ophiuren en Asterien wordt de op de mondhuid tegen het ringkanaal aan gelegen zenuwring alleen beschermd door de zich daarboven bevindende, aan den kalkmondring der Holothurien en der Echinoiden beantwoordende mondhoekstukken, maar zonder dat de daaruit ontspringende zenuwstammen door openingen of insnijdingen daarvan heengaan. Elke zenuwstam, die den arm eener Ophiure intreedt, verloopt in eene overlangsche groeve aan de buik- of mondzijde der wervelstukken, maar wordt hier nog overdekt door de tot het huidskelet behoorende buikschildjes. (Vergl. bl 66 en 70). Zulk eene bedekking door huidskeletdeelen ontbreekt bij de Asteriën, waar de ambulacraalgroeve door in twee helften gescheiden, naar elkander bewegelijke wervelstukken gevormd wordt (fig. 352); hier is de zenuwstam alleen overdekt door eene dunne, niet verkalkte huidlaag, welke zich onmiddellijk voortzet in die der ambulacraalpootjes en der tusschenliggende gedeelten, zoodat

33

derhalve de wand van het zenuwkanaal, dat tevens bloedkanaal is, door eene huiduitstulping wordt gevormd, tegen welker binnenvlakte aan de zenuwzelfstandigheid gelegen is.

Ook bij de Crinoiden *(Comatula)* liggen de zenuwstammen aan de buik- of mondzijde der armwervels, alleen door de huid overdekt. Kleine takjes gaan daaruit naar de pinnulae. Een bij hen tot dusver nog niet waargenomen zenuwring is vermoedelijk alleen door zijne teederheid aan de nasporing ontsnapt.

De dikte van den zenuwring der Echinodermen hangt in het algemeen af van de grootte der deelen, die daaruit zenuwen ontvangen. Vandaar dat bij de Holothurien, welke groote, rondom den mond geplaatste, voor terugtrekking vatbare voelers hebben, die zenuwen ontvangen welke uit den zenuwring ontspringen, deze laatste eene merkelijke grootere dikte heeft dan bij de overige Echinodermen, die dergelijke voelers missen. In vele gevallen heeft men dien ring en desgelijks de stammen door een violet, oranje of geel pigment gekleurd gevonden.

Op de vraag, in hoever de zenuwring der Echinodermen vergelijkbaar is bij den slokdarmring van bilateraal-symmetrische dieren, althans van sommigen (Gephyreën, Nematoden), komen wij beneden terug.

Weekdieren.

138. Bij de beschouwing van het zenuwstelsel der Mollusken moet men, even als voor een deel der andere organenstelsels, de groepen der Bryozoën, der Tunicaten en der Brachiopoden van de overigen *(Otocardia)* afscheiden. Alleen bij deze laatsten verkondigt zich in het maaksel des zenuwstelsels eene typische eenheid, terwijl daarentegen elke der drie eerstgenoemde groepen zekere eigendommelijkheden aanbiedt, die bezwaarlijk tot zulk eene eenheid van plan kunnen herleid worden.

Het centraaldeel van het zenuwstelsel der Bryozoën is een ganglion *(protoganglion)*, dat vooraan in het ligchaam, tusschen den slokdarm en de aars gelegen is. Meestal is het enkelvou-

dig, bij *Alcyonella* echter dubbel. Hier, evenals bij andere Lophopoden, gaan daaruit twee zenuwstammen in de beide armen van den hoefijzervormigen lophophoor. Deze zouden eenigermate als het begin van een slokdarmring kunnen beschouwd worden, die dan evenwel niet gesloten is. Sommigen (VAN BENEDEN, DUMORTIER) willen wel is waar bij eenige Bryozoën een gesloten slokdarmring hebben waargenomen, doch het bestaan daarvan is voor het minst onzeker.

Behalve dit aan elk individu toebehoorend zenuwstelsel, zoude, volgens waarnemingen van FR. MÜLLER 1) aan *Serialaria*, ook nog een gemeenschappelijk aan den geheelen stok toekomend, zoogenaamd koloniaal zenuwstelsel aanwezig zijn, bestaande, in elken tak, uit een aan den oorsprong daarvan gelegen ganlion van tamelijk aanmerkelijke grootte en een daarvan uitgaanden overlangs loopenden zenuwstam, welker takken, door tusschenkomst eener zenuwvlecht, in verband zouden staan met andere ganglien, die zich aan de basis van elk der individu's bevinden. Wij mogen hier echter niet verzwijgen, dat er omtrent de juistheid der duiding van deze als gangliencellen en zenuwvezelen beschreven deelen nog gegronde twijfel kan gekoesterd worden. 2).

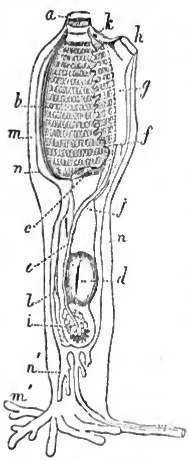
139. In de klasse der Tunicaten treedt een maaksel van het zenuwstelsel op, dat, terwijl het zich eensdeels aan dat der Bryozoën sluit, anderdeels in eenige opzigten met dat der Gewervelde dieren overeenstemt. Algemeen is er een centraaldeel of ganglion *(protoganglion)*, dat gelegen is aan de rugzijde, in de middellijn, in de zelfstandigheid van het binnenste hulsel, nabij het vooreinde des diers. Bij diegenen welke een kieuwzak hebben (Ascidien, Pyrosomen, *Appendicularia)* ligt het boven het voor-

1) *Arch. f. Naturgesch.* 1860 p. 11.

2) Door REICHERT is in de *Sitzungsber. d. Ges. naturf. Freunde*, 1868 p. 29, het bestaan van dit koloniaal zenuwstelsel bij *Serialaria* bepaald ontkend. In zijne verhandeling *Ueber Zoobotryon pellucidus*, *Abh. d. Berliner Akademie* 1869 1 p. 233, verklaart hij het voor een communaal bewegingsorgaan, hoofdzakelijk uit een stelsel van buizen bestaande.

einde van dien kieuwzak (fig. 353 en 354), en bij diegenen welke, in plaats van een kieuwzak, een bandvormige kieuw hebben (Salpen), boven het vooreinde van deze (fig. 355). Het ganglion van *Doliolum* neemt eene iets meer achterwaartsche plaatsing in (fig. 356 bl. 510). Naderen de beide ligchaamsopeningen tot elkander, gelijk bij de Ascidien het geval is (fig. 353), dan komt het ganglion (*k*) tusschen deze beiden in gelegen. Bij de Ascidien komen uit het vooreinde van het ganglion twee zenuwen, die de ingangsopening van den kieuwzak omvatten, en waarin sommigen het beginsel van een slokdarmring hebben gemeend te erkennen. Andere fijne zenuwdraden gaan van het ganglion straalsgewijs uit naar de zintuigen, de spiergordels, waar deze voorkomen (*Salpa*, *Doliolum*), terwijl nog andere zich meer of minder duidelijk naar de ingewanden begeven.

Fig. 353.



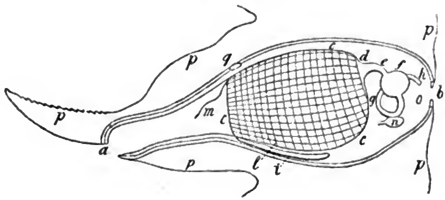
Clavellina lepadiformis.

a buccaalopening; *b* kieuwzak; *c* begin van den slokdarm; *d* maag; *e* darm; *f* aars; *g* cloaca-holte; *h* cloacaal-opening; *i* voortelingsklieren; *j* eileider; *k* centraal-zenuwknoop; *l* hart, *m* buitenste hulsel; *m'* wortelvormige uitloopers van dit hulsel; *n* binnenste hulsel; *n'* voortzettingen daarvan. — Naar Milne Edwards.

Of er, behalve het genoemde centraaldeel, nog andere ganglien bij eenigen voorkomen, is nog eenigzins onzeker. Men heeft eenige hier en daar voorkomende plaatselijke aanzwellingen der zenuwdraden als zoodanig geduid, doch, naar het schijnt, met weinig grond. Bij de in kolonien levende Ascidien, die eene gemeenschappelijke cloaca hebben (*Botryllidae*), vond Giard een reeds vroeger door Savigny vermelden zenuwknoop in de nabijheid van deze. Die achterste zenuwknoop staat door een streng met het centraalganglion van elk individu in verband en zendt draden ook naar

de voelers, die rondom de cloaca-opening staan en zeer gevoelig zijn. Zoo is hier een soort van koloniaal zenuwstelsel aanwezig. In het voorbijgaan maken wij ook nog gewag van het vermoe-

Fig. 354.

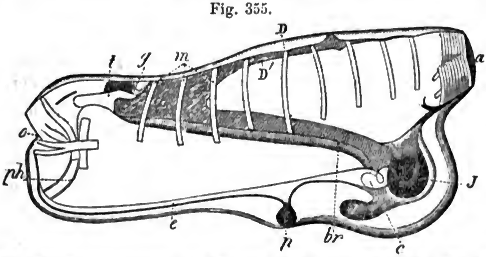


Een individu van een *Pyrosoma*-kolonie. Schematisch.

a buccaal-opening of mond; *b* cloacaalopening; *c* kieuwzak; *d* ingang van het spijsverteringskanaal; *e* slokdarm; *f* maag; *g* darm; *h* aars; i endostyl; *l* buikgroef; *m* trilboog; *n* hart; *o* cloacaholte; *p* algemeen hulsel der kolonie; *q* zenuwknoop.

den deszelfden, dat de uit cellen zamengestelde zelfstandigheid in het kanaal van den endostyl mede tot de centraaldeelen des zenuwstelsels zoude behooren, en dat het vooreinde daarvan met de benedeneinden der bovengenoemde, een soort van slok-

Fig. 355.



Salpa africana-maxima. Geslachtlooze vorm, een nog jong dier, van de linker zijde gezien. Naar H. Müller. *J nucleus*, waarin het spijsverteringskanaal opgerold ligt; D buitenste hulsel; D′ binnenste hulsel; *o* buccaalopening; *a* cloacaalopening; *m* spieren; *g* zenuwknoop met het rudimentaire oog; *t* trilgroefje; *br* kieuw; *ph* trilstreep van het vooreinde der kieuw naar de buikgroeve; *e* buikgroeve met den endostyl; *c* hart; *p* overblijfsel der placenta; *d* overblijfsel van den elaeoblast.

darmring vormende, zenuwdraden in verband zouden staan, terwijl daaruit zenuwen voor den kieuwzak zouden ontspringen 1). Bevestigt zich dit vermoeden, dan zoude deze zelfstandigheid in het kanaal van den endostyl hetzij als een buikganglion, vergelijkbaar met de buikganglienstreng van andere dieren kunnen beschouwd worden, of wel als een centraaldeel van een voedingzenuwstelsel, welke laatste meening dan nog de waarschijnlijkste zoude wezen.

Fig. 356.

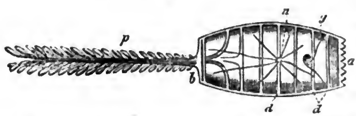


Fig. 5. *Doliolum Ehrenbergi* (*D. Troscheli*), geslachtloose vorm der tweede generatie, van de rugzijde gezien.

a buccaalopening; *b* cloacaalopening; *g* trilstreep; *d* spieren; *n* zenuwknoop; *p* kiemstok, waaraan de geslachtlooze individu's der derde generatie ontstaan.]

Bij deze onzekerheden, die nog omtrent verscheidene bijzonderheden van het maaksel des zenuwstelsels der Tunicaten bestaan, voegt zich nog eene andere, die van meer gewigt is. Dat de Ascidien in eenige opzigten, bepaaldelijk wat de verhouding van den kieuwzak tot het spijsverteringskanaal betreft, met de Gewervelde dieren overeenstemmen, is reeds vroeger (bl. 252) opgemerkt. Deze vergelijking wordt bovendien nog gesteund door de aanwezigheid van een enkel centraaldeel van het zenuwstelsel hetwelk, in verhouding tot de voedingsorganen, ongeveer dezelfde betrekkelijke plaats inneemt, als het hersenruggemerg bij de Gewervelde dieren. Kowalevsky nu ontdekte het eerst dat aan de rugvlakte van de embryo eener Ascidie eene groeve ontstaat door eene binnenwaartsche instulping van de buitenste cellenlaag, en dat deze groeve, op eene dergelijke wijze als bij de Gewervelde dieren (verg. Dl. II, 2[de] Afd. bl. 637) het eerste beginsel is der holte, waarbinnen zich het centraaldeel van

1) Giard (*Thèses* p. 27) ontzegt ook, in strijd met het algemeen gevoelen, aan de buikgroeve de verrigting van het voedsel naar de opening van het spijsverteringskanaal te voeren. Volgens hem geschiedt dit aan de rugzijde van den kieuwzak, langs de naar binnen puilende tongjes (verg. bl. 220), die bij eenigen een zamenhangend spiraalsgewijs gewonden vlies vormen, waarlangs de fijne voedseldeeltjes heen glijden, gelijk hem bij voedering met karmijn bleek.

het zenuwstelsel vormt. Deze holte snoert zich, door toegroeijing van de randen der groeve spoedig af. Zij is dan blaasvormig, maar volgens KUPFFER zoude zij zich bij de larve achterwaarts nog een eindweegs als een naauwer kanaaltje voortzetten, waardoor de overeenkomst met het hersenruggemerg-kanaal der Gewervelde dieren nog grooter wordt. Bovendien hebben de larven van zeer vele Ascidien (die van *Molgula* uitgezonderd, volgens LACAZE-DUTHIERS) een staart, die haar op kikvorschlarven doet gelijken, en in de as van dien staart, — welke een bewegingsorgaan is, dat later verdwijnt en alleen bij de Appendicularien blijft voortbebestaan, — strekt zich een cellenstreng van eigendommelijk maaksel uit, die men als vergelijkbaar bij de ruggestreng *(chorda dorsalis)* kan beschouwen, en waarvan het vooreinde zich tot onder het naauwere achtereinde van het zenuwblaasje zoude uitstrekken. Intusschen mogen wij hier niet verzwijgen, dat deze waarnemingen en de daarop gegronde besluiten aangaande de daaruit voortvloeijende verwantschap der Ascidien met de Gewervelde dieren ook van meer dan eene zijde bestreden zijn. Werkelijk bestaan er dan ook nog in dit geheele onderzoek eenige twijfelachtige punten, die wij hier niet nader kunnen uiteenzetten, maar waarop wij in een volgend hoofdstuk zullen terugkomen. 1)

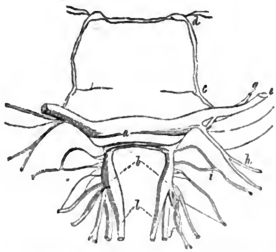
140. Merkelijk verschillend van dat der Bryozoën en der Tunicaten, maar desgelijks van dat der overige Mollusken, is het maaksel van het zenuwstelsel der Brachiopoden.

Men treft bij hen een slokdarmring aan (fig. 357 volg. bl.), gevormd door een tamelijk grooten zenuwknoop en twee paren zeer kleine

1) Men zie over de ontwikkelingsgeschiedenis der Ascidien met betrekking tot dit punt: A. KOWALEVSKY, *Mém. de l' acad. de St Petersbourg*, 7me sér. 1866, T. x; — Dezelfde in *Arch. f. mikrosk. Anatomie*, 1871 Bd. VII p. 101; — KUPFFER in *Arch. f. mikrosk. Anat.* 1870 Bd. VI p. 116; dezelfde ibid. 1872, Bd. VIII; — GANIN in *Zeits. f. wissensch. Zoologie*, 1870 T. XX p. 512; — METSCHNIKOFF in *Bulletin de l'Acad. de St. Petersbourg*, 1869 T. XIII p. 293; W. DOENITZ in *Arch. f. Anat. u. Physiol.*, 1870 p. 761; — LACAZE-DUTHIERS, *Compt. rendus* 30 Mai 1870; — A GIARD *Archives de Zoologie expérimentale*, 1872 T. I. p. 233 en 501, afzonderlijk als *Thèses prés. à la faculté d. sc. à Paris*, 1872.

ganglien, die bij de Terebratuliden het duidelijkst zijn, hoewel zij zich ook bij dezen slechts als geringe verdikkingen van de ringvormige streng vertoonen, die den slokdarm omgeeft, en bij *Lingula* zelfs ter naauwernood waarneembaar zijn. Het digst bij het grootste ganglion gelegen paar onderscheidt men als slokdarmknoopen, het verst verwijderde als lipknoopen. Het grootste ganglion ligt onder of, indien men het dier met de rugklep naar boven gekeerd denkt, achter den slokdarm (verg. fig. 256, bl. 322). Met dit ganglion staan ter weerzijde door tusschenkomst van korte commissuren bovendien nog twee tamelijk groote achterste zenuwknoopen in verband.

Fig. 357.



Centraaldeelen van het zenuwstelsel van *Waldheimia flavescens*. Naar HANCOCK.

a groote zenuwknoop achter of onder de slokdarm; *b* achterste knoopen; *c* slokdarmknoopen, *d* lipknoopen; *e* bovenste mantelzenuw; *f* onderste mantelzenuw; *g* armzenuw; *h* zenuw voor den voorwand; *i* zenuw voor den *musculus adjustator dorsalis*; *l* steel-zenuw.

Indien, gelijk het waarschijnlijkst is, de kleine slokdarmknoopen als protoganglien en het grootere achter den slokdarm gelegen ganglion als eene onderslokdarm-zenuwmassa moet worden beschouwd, dan zoude er grond bestaan om in de beide genoemde achterste knoopen, die onderling nog door eene dunne dwarse commissuur verbonden zijn, het beginsel van een buikzenuwstreng te zien, hetgeen het vermoeden dergenen bevestigen zoude, die de Brachiopoden niet als Mollusken maar, op grond van hun maaksel in den vroegsten levenstoestand, als een afwijkende vorm van Gelede dieren beschouwen 1).

De uit dezen zenuwknoop komende zenuwen zijn de volgende.

1) MORSE in *Americ. Journal f. Science and Arts*, 1870 p. 100, ibid. 1872 p. 262 en *Nature* 1872, p. 414.

Uit de kleine slokdarm- en lipknoopen gaan zeer dunne zenuwdraadjes naar den mond en de naburige deelen. Het groote, achter den slokdarm gelegen ganglion geeft ter weerzijde een sterken stam af, die zich in twee takken splitst. De kleinste dezer beide takken is de armzenuw, die, na in een der kieuwarmen getreden te zijn, zich langs den kant daarvan onder de kieuwdraden uitstrekt. Uit den tweeden, merkelijk dikkeren tak ontspringen de zenuwen voor de rugklep des mantels, voor den voorwand des ligchaams en voor de sluitspieren. Elk der beide achterste ganglien geeft, behalve eenige kleine zijdelingsche zenuwtakjes, ook twee sterkere zenuwen af, namelijk de zenuw voor de buikklep des mantels en de steel-zenuw.

141. In de overige groepen der Mollusken, die der Lamellibranchien, Solenoconchen, Gasteropoden, Pteropoden en Cephalopoden, vertoont het zenuwstelsel duidelijk eenen algemeenen typus, welke echter nog velerlei wijzigingen toelaat, in verhouding tot de overige bewerktuiging der tot deze groepen behoorende dieren.

Het zenuwstelsel in deze afdeelingen heeft drie hoofdcentraaldeelen, die onderling door ringvormige commissuren verbonden zijn. Deze drie hoofdcentraaldeelen zijn echter door de zeer talrijke schrijvers, die de uitkomsten hunner onderzoekingen, verrigt aan de eene of andere groep der Weekdieren, hebben beschreven, met zeer uiteenloopende namen bestempeld. Die benamingen zijn dan eens ontleend aan de door de centraaldeelen ingenomen plaats, dan weder aan de organen die daaruit zenuwen ontvangen. Wat de plaats aanbelangt, zoo is deze niet alleen in verhouding tot de overige organen, inzonderheid den slokdarm, aan tamelijk groote wisselingen onderhevig, gelijk beneden blijken zal, maar bovendien hangt deze af van de wijze waarop men zich het dier geplaatst denkt, namelijk hetzij met het kopgedeelte of het daaraan beantwoordend mondeinde voorwaarts of wel bovenwaarts gekeerd. Vandaar dat de benamingen, die gegrond zijn op de door de centraaldeelen in-

genomen plaats, ligtelijk aanleiding tot verwarring geven, omdat dezelfde namen door onderscheidene schrijvers op functioneel verschillende ganglien worden toegepast. Een betere grond wordt voorzeker geleverd door die verschillende functien zelve. Inderdaad zullen wij beneden zien dat elk der drie centraaldeelen zijne eigene hoofdverrigting heeft, en dat derhalve van elk ook bepaalde zenuwen naar bepaalde organen gaan, maar dit heeft toch niet verhinderd, dat aan hetzelfde ganglion verschillende namen gegeven zijn, die dan eens aan het een dan weder aan het ander dezer organen ontleend werden. Ten einde dus aan deze verwarring een einde te maken, schijnt het raadzaam voor deze drie centraaldeelen andere benamingen in te voeren, die door hare algemeenheid tot geenerlei verkeerd begrip kunnen aanleiding geven. Wij zullen hen *protoganglion*, *deutoganglion* en *tritoganglion* noemen.

Elk dezer centraaldeelen nu kan enkelvoudig zijn of wel zamengesteld uit twee, soms meer knoopen of ganglien, die dan door verbindingstrengen, *commissurae*, zamenhangen. Ter aanduiding van deze zullen wij de uitdrukkingen *commissura* I—I, II—II en III—III gebruiken.

De verbindingstrengen tusschen de onderscheidene centraaldeelen ontvangen dan de namen van *commissura* I—II, *commissura* I—III en *commissura* II—III.

Het *protoganglion* is altijd gelegen in het vooreinde des ligchaams en hetzij enkelvoudig of zamengesteld uit twee zijdelingsche helften, die onderling door eene commissuur (I—I) over de rugzijde van den slokdarm vereenigd zijn. Het wordt ook aangeduid met de namen van bovenslokdarmknoopen *(ganglia supra-oesophagea)*, achterslokdarmknoopen *(g. post-oesophagea)*, rugknoopen *(g. dorsalia)*, bovenste knoopen *(g. superiora)*, voorste knoopen *(g. anteriora)*, achterste knoopen *(g. posteriora)*, benamingen die elk voor zich in bepaalde gevallen maar geenszins in alle geldig zijn. Uit het protoganglion ontspringen de zenuwen voor de deelen, die in den

omtrek van den mond gelegen zijn, en, waar een kop is, voor de daaraan geplaatste zintuigen. Het is het voorname sensitive centraaldeel des zenuwstelsels, ofschoon daarvan ook nog andere dan zintuigzenuwen uitgaan. De benaming van hersenen of hersenknoopen *(ganglia cerebralia)*, die er ook wel aan gegeven wordt, is, even als de andere bovengenoemde, echter onjuist, daar het protoganglion slechts aan een gedeelte der hersenen van de Gewervelde dieren kan geacht worden te beantwoorden, namelijk aan datgene hetwelk de wortels der hoogere zintuigzenuwen bevat.

Het tweede centraaldeel, het *deutoganglion*, mede dan eens enkelvoudig, dan weder dubbel, is het voorname motorische middelpunt van het zenuwstelsel. Daarvan stralen de zenuwen uit voor den voet of de daarmede homologe deelen, in het algemeen als *podium* zamengevat (verg. bl. 115 en volg.). De benaming van voetknoop of voetknoopen *(ganglia pedalia)*, welke ook dikwijls aan dit centraaldeel gegeven wordt, kan dan ook zelden aanleiding tot misverstand geven, dan alleen in zooverre dat er, behalve de voetzenuwen, ook nog andere zenuwen voor andere deelen uit kunnen ontspringen. Daarentegen zijn de benamingen van onderslokdarmknoopen *(ganglia infra-oesophagea)*, onderste knoopen *(g. inferiora)*, voorste knoopen *(g. anteriora)*, waaronder men dit deel ook vermeld vindt, alleen op eenige, geenszins op alle Weekdieren toepasselijk. De door dit centraaldeel ingenomen plaats is namelijk zeer veranderlijk, dan eens onder, dan weder ter weerzijde en soms zelfs aan de bovenzijde van den slokdarm. Steeds echter omgeeft, — ook dan wanneer de beide knoopen zich naar boven hebben verplaatst, — de hen verbindende commissuur (II—II) den slokdarm van onderen en ontstaat aldus met de commissuren (I—II), die het protoganglion en het deutoganglion onderling verbinden, een eerste ring rondom den slokdarm.

Het derde der centraaldeelen, het *tritoganglion*, heeft tot hoofdbestemming vele der organen, wier verrigting tot de voeding in

verband staat, van zenuwen te voorzien. Tot op zekere hoogte zijn de daaruit ontspringende zenuwen vergelijkbaar bij den *nervus vagus* en den *n. sympathicus* der Gewervelde dieren. Echter zijn zij dit niet geheel en al, daar er ook gevoels- en bewegingsdraden onder gemengd zijn, terwijl een gedeelte van het voedingszenuwstelsel ook uit het protoganglion of uit daarmede door commissuren verbonden knoopen *(ganglia buccalia)* ontspringt. Naar de organen waarheen het zenuwen uitzendt, is dit derde centraaldeel bestempeld met de namen van kieuwknoop (*ganglion branchiale*), mantelknoop (*g. palleale*), ingewandenknoop (*g. viscerale*), mantel-ingewandenknoop (*g. palleo-splanchnicum*), mantel-voorttelingsknoop (*g. palleo-genitale*), of het is, naar de daardoor ingenomen plaats, aarsknoop (*ganglion anale*), onderste knoop (*g. inferius*) genoemd, terwijl het eindelijk ook wel, waar het een deel uitmaakt van de onder den slokdarm gelegen zenuwmassa, als achterste gedeelte van den onderslokdarmzenuwknoop onderderscheiden is. De plaats van dit centraaldeel biedt de grootste verschillen aan. Dan eens ligt het in de onmiddellijke nabijheid van een der beide centraaldeelen in het voorste gedeelte des ligchaams, dan weder ver daarvan verwijderd; dan eens boven, dan weder ter zijde of onder den slokdarm of een verder gedeelte der spijsverteringsbuis. Ook de zamenstelling verschilt meer dan die der beide andere centraaldeelen, namelijk van een enkelen knoop af tot vijf toe.

Daar het tritoganglion steeds door eene dubbele commissuur (I—III) met het protoganglion en meestal ook door eene dergelijke commissuur (II—III) met het deutoganglion verbonden is, zoo ontstaat in het laatste geval een tweede ring, die, zich achter den bovengenoemden eersten slokdarmring aanleggende, een tweeden slokdarmring vormt. Tevens ziet men in, hoe hetzij, door verkorting der commissuren I—III, het tritoganglion tot het protoganglion, of, door verkorting der commissuren I—II, tot het deutoganglion naderen kan of zelfs met een van

deze twee centraaldeelen zamensmelten, zoodat het dan eens boven, dan weder onder den slokdarm te liggen komt.

Alle verplaatsingen der centraaldeelen trouwens gaan gepaard met eene daaraan beantwoordende verkorting of verlenging der verbindingstrengen. Ten dien aanzien bestaan allerlei graden. Niet alleen twee der centraaldeelen, maar zelfs alle drie kunnen door onderlinge toenadering zamensmelten tot eene enkel zenuwmassa, waarvan men dan echter de werkelijke zamengesteldheid gemeenlijk nog aan het lobbig maaksel en de ondiepe groeven tusschen de lobben herkent. Deze zamensmelting kan zich dan ook in meerdere of mindere mate uitstrekken tot de overgebleven commissuren, zoodat de in werkelijkheid dubbele slokdarmring schijnbaar enkelvoudig wordt of althans eerst bij naauwkeurig onderzoek als dubbel erkend wordt.

In het algemeen beantwoordt wel is waar eene grootere contentratie der centraaldeelen van het zenuwstelsel, ten gevolge van de verkorting der commissuren en hunne onderlinge zamensmelting tot grootere zenuwmassa's, aan eene hoogere overige organisatie. Echter is dit een regel met vrij talrijke uitzonderingen, terwijl men bovendien wel onderscheid moet maken tusschen die gevallen, waarin zekere deelen van het centraalzenuwstelsel niet tot zelfstandige ontwikkeling zijn gekomen, d. i. zich niet als zoodanig gedifferentieerd hebben, en andere gevallen waarin eene werkelijke zamensmelting van verschillende centraaldeelen heeft plaats gehad.

Als een algemeen doorgaanden regel kan men stellen, dat de betrekkelijke grootte van elk der centraaldeelen in overeenstemming is met dat der organen, welke daarvan zenuwen ontvangen. Indien eenig orgaan ontbreekt, ontbreekt ook het centraaldeel of het gedeelte van een centraaldeel, waaruit bij anderen de zenuwen voor dit orgaan ontspringen.

Daarentegen kunnen zich bij de genoemde hoofdcentraaldeelen nog andere kleinere zenuwmiddelpunten, *ganglia secundaria*, voegen, die gevormd zijn hetzij door de aanzwelling van een enkele

zenuw of door de vereeniging van twee of meer zenuwen tot een knoop, welke gelegen is nabij het orgaan, dat dan onder den meer bijzonderen invloed van dien zenuwknoop staat. Eenige dezer *ganglia secundaria* zijn echter in zekeren zin slechts te beschouwen als gedifferentieerde deelen van het hoofdcentraaldeel, waarmede zij verbonden zijn, en door verkorting der verbindingstrengen kunnen ook zij daarin worden opgenomen en zoo tot bestanddeelen van den slokdarmring worden. Inderdaad moet dan ook elk der meer genoemde centraaldeelen, inzonderheid het protoganglion en het tritoganglion, beschouwd worden als eene vereeniging van een zeker getal zenuwmiddelpunten of knoopen, uit elk van welke eene zenuw voor een bepaald orgaan haar oorsprong neemt.

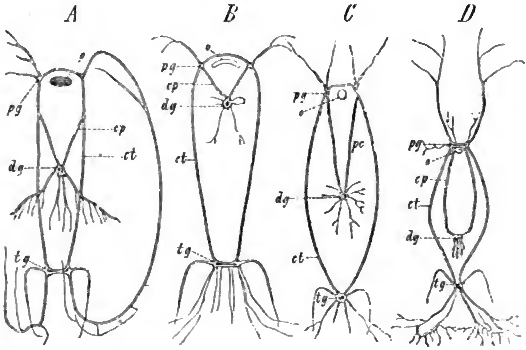
Indien men nu de boven geschetste algemeene punten van overeenstemming ten grondslag legt en daarbij de menigvuldige wijzigingen in het oog houdt, waarvoor deze vatbaar zijn, dan valt het niet moeijelijk in het zenuwstelsel der *Otocardia*, hoe groote verscheidenheid het ook in de verschillende klassen, ja zelfs in de kleinere groepen aanbiedt, toch eenen gemeenschappelijken typus te herkennen.

Een en ander wordt echter eerst duidelijk door eene iets nadere beschouwing van de wijze waarop dit algemeene plan in de verschillende groepen verwerkelijkt is.

142. Bij de Lamellibranchien zijn de drie centraaldeelen steeds gescheiden, meestal op grooten afstand van elkander gelegen, zoodat de hen verbindende commissuren zeer lang zijn. De knoopen zijn dikwijls geel of roodachtig gekleurd. Het *protoganglion* bestaat altijd uit twee kleine knoopen, die gelegen zijn digt achter den mond, meestal op eenigen afstand van elkander, maar vereenigd door eene commissuur om het begin van den slokdarm, zoodat zij zelven ter weerzijde van dezen liggen. In eenige gevallen (*Venus*, *Mactra*, *Solen*) naderen zij echter tot elkander of versmelten zij zelfs tot een enkele knoop (*Teredo*),

die dan boven den slokdarm ligt. Uit het protoganglion komen

Fig. 358.



Centraaldeelen van het zenuwstelsel van eenige Lamellibranchien. Naar Duvernoy.
A *Mytilus edulis*; B *Arca inaequivalvis*; C *Lucina Lemani*; D *Mesodesma Quoyi*.
o mond; *pg protoganglion*; *dg deutoganglion*; *tg tritoganglion*; *cp* commissuur tusschen het *protoganglion* en het *deutoganglion*; *ct* commissuur tusschen het *protoganglion* en het *tritoganglion*.

de zenuwen voor de mondvoelers, de voorste sluitspieren, het voorste gedeelte des mantels en der kieuwen.

Het *deutoganglion*, dat der voetknoopen, is gelegen in den voet en vormt gewoonlijk, door onderlinge meer of minder volkomen versmelting, een enkelen knoop, welke door twee commissuren in verband staat met de voorste knoopen. Deze commissuren blijven ook dan nog als een dunne ringvormige streng aanwezig, wanneer de voet en daarmede de voetknoopen ontbreken, gelijk b. v. bij *Ostrea*. Indien de voet ver naar voren gelegen is, dan verkorten zich de commissuren, en bij *Pecten* zijn zij zelfs zoo kort, dat het voetganglion tusschen de beide voorste ganglien te liggen komt. Uit het voetganglion komen straalsgewijs een aantal zenuwdraden voor de voetspieren. Maar bovendien is het de zetel van het gehoororgaan; echter is het daarom nog

geenszins zeker dat ook de gehoorzenuwen werkelijk uit het voetganglion ontspringen, en het is zelfs — om redenen die beneden, bij beschouwing derzelfde deelen bij de Gasteropoden, nader zullen blijken, — geenszins onwaarscbijnlijk dat de vezelen der gehoorzenuw uit het protoganglion ontspringen, maar, in de commissuren verloopende, zich naar het voetganglion en daaruit naar het gehoororgaan begeven.

Ver achterwaarts, digt onder de achterste sluitspier is het derde en grootste centraaldeel, het *tritoganglion*, gelegen. dat meestal ook uit een enkelen knoop, gewoonlijk mantel- of kieuwknoop genoemd, bestaat, die door twee lange commissuren met de knoopen van het protoganglion zamenhangt. Uit dit tritoganglion komt ter weerzijde vooreerst een sterke kieuwzenuw, die ook een tak naar het orgaan van Bojanus en naar het hart zendt. In de tweede plaats treden daaruit twee mantelzenuwen, waarvan de eene zich in de zijdelingsche gedeelten van den mantel vertakt, terwijl de andere voor zijne achterste deelen bestemd is en ook sterke takken afgeeft aan de sipho's, waar deze voorkomen. Bij de Monomyarien, die eenen openen mantel hebben (*Ostrea*, *Spondylus* enz.), vereenigen zich deze beide zenuwen, na zich in den mantel vertakt te hebben, weder tot eene grootere zenuw, de mantelrand-zenuw (*nervus circumpallealis*), die, op eenigen afstand van den mantelrand, evenwijdig met dezen loopt, en waaruit dan weder talrijke takjes ongeveer regthoekig uittreden, die zich naar den met papillen en oogen bezetten rand begeven. Niet uit dit ganglion, maar uit de commissuren, waardoor het met het voorste centraaldeel in verband staat, ontspringen eenige zenuwtakjes voor de maag, den darm, de lever en de voorttelingsorganen.

Behalve de drie genoemde centraaldeelen worden nu bij onderscheidene soorten, al naar gelang eenig orgaan meer dan gewoonlijk ontwikkeld is, ook nog secundaire ganglien aangetroffen, vooral in het beloop der kieuw- en der mantelzenuwen. Daaromtrent kunnen wij hier echter in geene nadere bijzonder-

heden treden 1). Alleen zij hier nog opgemerkt, dat, wanneer de eene helft van het dier zich meer ontwikkeld heeft dan de andere, waardoor het asymmetrisch is geworden, — gelijk b. v. bij *Ostrea*, *Spondylus*, vooral bij *Anomia* het geval is, — deze asymmetrie zich ook in het maaksel van het zenuwstelsel openbaart.

143. Aan dit maaksel van het zenuwstelsel der Lamellibranchien, die in het geheel geen kop hebben, sluit zich nu dat van het zenuwstelsel der Solenoconchen *(Dentalium)*, waar de kop rudimentair is. Elk der drie centraaldeelen wordt hier vertegenwoordigd door een paar zenuwknoopen, welke echter, ten gevolge van de gewijzigde plaatsing der deelen, waaraan zij zenuwen afgeven, eene iets andere ligging dan bij de Lamellibranchien hebben. Het eerste paar, het *protoganglion*, ligt digt aaneen gesloten op de pharynx, tegen haar halsvormig achtereinde, en is voor- en benedenwaarts door twee lange commissuren met de beide mede tegen elkander aan gelegen voetknoopen (*deutoganglion*) en achterwaarts door twee andere commissuren met het derde ganglienpaar verbonden, dat digt bij de aars is gelegen. Dit laatste, het *tritoganglion*, stemt met den kieuwknoop der Lamellibranchien overeen, ofschoon kieuwen bij *Dentalium* gemist worden. Zoowel dit als het eerste knoopenpaar staat nog in verband met eenige kleinere knoopen, die tot het voedingszenuwstelsel behooren.

144. In de orde der Pteropoden ontmoet men eene merkelijk grootere concentratie der centraaldeelen van het zenuwstelsel, die altijd in elkanders onmiddellijke nabijheid gelegen zijn. Al naar gelang dat een kop tot meer of minder zelfstandige ontwikkeling komt, kan men nog twee hoofdtypen onderscheiden. Bij de Thecosomen, waar de kop rudimentair is, liggen de centraaldeelen als twee ganglienmassa's onder den

1) De volledigste beschrijving van het zenuwstelsel der Lamellibranchien gaf G. L. Duvernoy in *Mémoires de l'Académie des sciences*, 1853 T. XXIV.

slokdarm, met eene ringvormige commissuur om dezen heen. Aan deze ganglienmassa's is bij eenigen (*Hyalea*) geene scheiding in bijzondere zenuwknoopen te bespeuren, hoewel de daaruit ontspringende zenuwen, waaronder die voor de zijdelingsche vinnen en voor den mantel het zwaarst zijn, leeren dat daarin werkelijk de drie meer genoemde hoofdcentraaldeelen bevat zijn. Dit blijkt vervolgens ook door de vergelijking met andere Thecosomen (*Tiedemannia*, *Cymbulia*, *Limacina*), waar eene beginnende differentieering in twee of drie bijzondere ganglien duidelijk waarneembaar is, ofschoon deze nog steeds onder den slokdarm gelegen zijn.

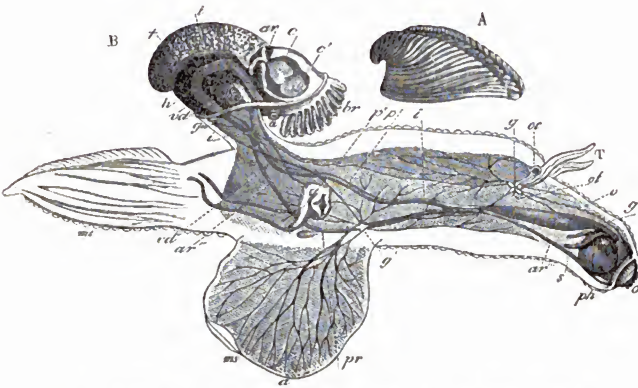
In de groep der Gymnosomen daarentegen, waar de kop tot geheele ontwikkeling komt, scheiden zich niet alleen twee knoopen (*protoganglion*) af, die dan boven den slokdarm te liggen komen, maar bestaat bovendien de ganglienmassa, welke daaronder ligt en met de bovenste door korte commissuren tot een slokdarmring is verbonden, uit een voorste en een achterste paar knoopen, waarvan het eerste als *deutoganglion*, het tweede als *tritoganglion* te beschouwen is. In hoofdzaak is hier het maaksel hetzelfde als wij het beneden bij de Cephalopoden en bij sommige Gasteropoden zullen aantreffen.

145. De Heteropoden hebben een zenuwstelsel, hetwelk zich wel is waar door de grootere ontwikkeling van het protoganglion en zijne plaatsing boven den slokdarm aan dat der Gasteropoden, maar door de lengte der commissuren, welke het met het deutoganglion en het tritoganglion verbinden, aan dat der Lamellibranchien aansluit.

Het *protoganglion* (fig. 359 *g*, fig. 360 A bl. 524) ligt in den kop achter de oogen, op eenigen afstand achter de pharynx, en bestaat uit eene vierlobbige zenuwmassa, met twee hoornen voor- en twee achterwaarts gekeerd, terwijl bovendien dwars daarover twee lobben gelegen zijn, waaruit de gezigtszenuwen ontspringen. Digt daaronder treden de fijnere gehoorzenuwen

uit en gaan naar de ter weerzijde gelegen gehoororganen. Hier

Fig. 359.



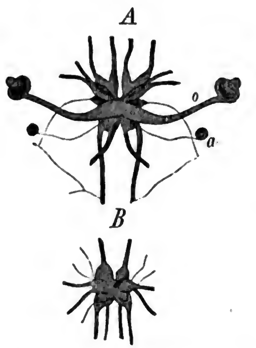
Carinaria cymbium, mannetje. Naar SOULEYET. De schelp A is van den ingewanden-zak B afgenomen; *mi* achterste gedeelte van den voet; *pr* voorste kielvormige afdeeling van den voet; *ms* zuignap; *o* mond; *ph* slokdarmhoofd; *s* speekselklieren, *v* maag; *i* darm; *a* aars, *h* lever; *c* hartekamer; *c'* voorkamer; *ar* aorta; *br* kieuwen; *ar'* en *ar''* zijne takken naar de ingewanden; *g protoganglion*; *g' deutoganglion*; *g'' tritoganglion*; *g''' ganglion buccale*; *oc* oog; *t* zaadklier; *vd* zaadleider; *vd'* zaadgroeve naar *p* roede; *p'* klierroede.

bestaat derhalve geen verband tusschen de gehoorzenuwen en de commissuren naar het deutoganglion, gelijk in andere klassen van Mollusken, waar dit laatste dien ten gevolge, althans schijnbaar, de p'aats van oorsprong der gehoorzenuwen is. Uit de voorste hoornen komen voorts de zenuwen voor de tentakels, voor de pharynx en de lippen. Die voor de laatste zwellen tot twee kleine lip- of buccaalknoopen (g''') aan, welke door eene onder den slokdarm doorgaande commissuur verbonden zijn. Uit de achterste hoornen ontspringen, behalve een paar kleine zenuwtakjes voor de huid, de meestal zeer lange commissuren, die zich naar de beide andere centraaldeelen begeven.

Het *deutoganglion* (g') ligt boven het voorste gedeelte van den

voet, het *propodium*. Ook dit centraaldeel is betrekkelijk groot en uit twee zijdelingsche helften zamengesteld, die zich bovendien nog gelobd vertoonen (fig. 360 B). Daaruit ontspringen twee sterke voetzenuwen, eene voor het *propodium* en *mesopodium* en eene voor het *metapodium*. Bovendien komen ter weerzijde uit dit voetganglion nog een paar huidzenuwen en een zenuw voor de paringsorganen. Door twee dunne commissuren staat het aan beide zijden ook met het volgende centraaldeel in verband.

Fig. 360.



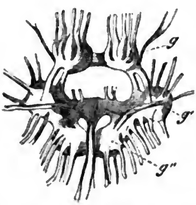
A *protoganglion*, B *deutoganglion* van *Carinaria Cymbium*; *o* gezigtzenuw; *a* gehoororgaan. Naar Souleyet.

Het *tritoganglion* (fig. 359 g'') dat, gelijk uit het boven gezegde volgt, door dubbele commissuren met de beide andere centraaldeelen zamenhangt, is gelegen nabij den ingewandenzak of zoogenaamden *nucleus*, d. i. in de nabijheid van de lever en van het achterste gedeelte van het darmkanaal. Het is een enkelvoudige knoop, die verscheidene fijne zenuwen aan de naburige ingewanden afgeeft; maar bovendien ligt meer in de nabijheid van het hart, de kieuwen en de aars nog een tweede knoop, gewoonlijk als ingewandenknoop (*ganglion viscerale s. anale*) onderscheiden, welke met den eersten door een zenuwstreng verbonden is, en waaruit almede zenuwen voor de naburige organen ontspringen.

146. Het maaksel van het zenuwstelsel in de groep der Gasteropoden wordt opgehelderd en eerst regt verstaanbaar door eene vergelijking met het boven beschreven maaksel van het

zenuwstelsel in de klassen der Lamellibranchiën en vooral der Heteropoden. Het hoofdverschil bestaat hierin: dat de drie meer genoemde centraaldeelen, het *protoganglion*, het *deutoganglion* en het *tritoganglion*, die bij dezen door lange dubbele commissuren verbonden en ver van elkander verwijderd zijn, bij de Gasteropoden digt bij elkander, vooraan in den kop zijn gelegen en gezamenlijk eenen slokdarmring vormen. De beide achterste centraaldeelen zijn als het ware tot het voorste genaderd, onder eene daaraan beantwoordende verkorting der commissuren; en in bepaalde gevallen kan die toenadering zelfs zoo groot zijn, dat de zenuwknoopen, die tot twee der centraaldeelen behooren, onderling in regtstreekschen zamenhang komen en de hen verbindende commissuur dan schijnbaar geheel verdwenen is (fig. 361). Steeds echter blijven van de commissuren die gedeelten over welke den ring rondom den slokdarm sluiten; en, hoewel de commissuren die de boven en onder den slokdarm gelegen gedeelten van de centrale zenuwmassa verbinden, zich dikwijls als een enkelvoudige streng vertoonen, zoo is deze toch altijd in werkelijkheid een dubbele streng, ontstaan door onderlinge zamensmelting der commissuren, die elders duidelijk gescheiden en achter elkander gelegen zijn.

Fig. 361.



Centraaldeelen van het zenuwstelsel van *Arion empiricorum*. Naar G. Walter.

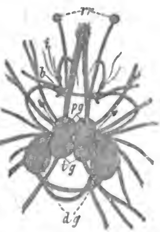
g protoganglion; *g' deutoganglion*; *g'' tritoganglion*.

Er treden echter in het maaksel der centraaldeelen en in de door hen in den slokdarmring ingenomen plaats nog verscheidene andere wijzigingen op, die te midden der zoo vormenrijke groep der Gasteropoden nog allerlei verschillen doen ontstaan, waaromtrent wij hier slechts eenige hoofdpunten kunnen vermelden.

Vooreerst wat aangaat de plaats door de drie centraaldeelen ten opzigte van den slokdarm ingenomen, zoo kan elk daarvan hetzij boven, ter weerzijde of onder den slokdarm gelegen zijn.

Vandaar dat de benamingen van boven- en van onderslokdarmknoopen, die nog veeltijds in gebruik zijn, hier liefst geheel moeten vermeden worden. Bij vele Opisthobranchien (fig. 362) liggen alle drie de centraaldeelen aan de bovenvlakte, bij *Chiton* daarentegen aan de ondervlakte des slokdarms. In andere gevallen wederom (bij sommige Opisthobranchien, bij de meeste Prosobranchien en bij alle Pulmonaten) bevindt zich het protoganglion boven, het deuto- en tritoganglion onder den slokdarm (fig. 363 en fig. 364 bl. 530). Het zijn alleen de uit de verschillende centraaldeelen ontspringende, voor bepaalde organen bestemde zenuwen, welke bij de duiding der ganglien als beslissend mogen worden beschouwd, even als dit ook bij de Gewervelde dieren voor de duiding der verschillende hersenafdeelingen het geval is.

Fig. 362.



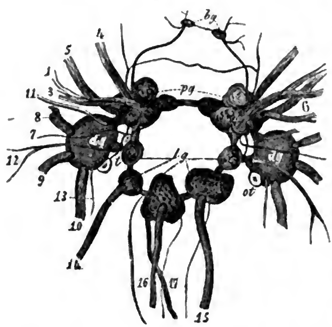
Centraaldeelen van het zenuwstelsel van *Antiopa* (*Aeolidia*) *cristata*. Naar HANCOCK.

pg *protoganglion*; *dg* *deutoganglion*; *tg* *tritoganglion*; *b* buccaalknoopen; *t* gastro-oesophageaalknoopen; *rr* knoopen der reukzenuwen.

In de tweede plaats bestaat wel is waar in vele gevallen elk der drie centraaldeelen uit twee gescheiden helften, d. i. uit twee knoopen, een regter en een linker, die onderling door eene commissuur verbonden zijn, doch in de lengte dezer verbindingstrengen komt groot verschil voor, en in verscheidene gevallen liggen de beide helften vlak tegen elkander aan, zoodat nog slechts eene ondiepe groeve de zamenstelling uit twee zijdelingsche knoopen aanwijst. Inzonderheid geldt dit van het protoganglion. Deze onderlinge vergroeijing kan nog verder gaan en zich ook uitstrekken tot twee der centraaldeelen of wel tot alle drie, welke dan schijnbaar eene enkele op of rondom den slokdarm gelegen zenuwmassa uitmaken, die zich in dit geval echter toch meer of minder duidelijk in lobben verdeeld vertoont. Hier tegenover staan wederom andere gevallen, waarin een cen-

traaldeel, bepaaldelijk het tritoganglion, zich niet in twee maar in drie, vier of zelfs vijf bijzondere, door korte commissuren verbonden knoopen heeft opgelost (fig. 363). Inderdaad moet men dan ook elk hoofdganglion beschouwen als zamengesteld uit even zoo vele afdeelingen als daaruit zenuwen ontspringen, en het getal der laatsten is bij de meeste Gasteropoden zeer aanmerkelijk.

Fig. 363.



Centraalzenuwstelsel van *Limnaea stagnalis*. Naar LACAZE-DUTHIERS, met gewijzigde duiding.

De beide voetknoopen (*deutoganglion*) zijn in de middellijn van elkander gescheiden, en de slokdarmring is aldus open gelegd.

pg protoganglion; *dg* deutoganglion; *tg* tritoganglion, uit vijf knoopen zamengesteld; *bg* buccaalganglien; 1 gezigtszenuw; 2 gehoorzenuw; 3 voelerzenuw; 4 voorhoofdlipzenuw; 5 middelste lipzenuw; 6 roedezenuw; 7 voorste nekzenuw; 8, 9, 10 voetzenuwen; 11,12 achterste nekzenuwen; 13 zenuw voor den *musc. columellaris*; 14 linker mantelzenuw; 15 regter mantelzenuw; 16 ingewandenzenuw; 17 zenuw voor de voortteelingsorganen; *ot* gehoorzakje.

Eindelijk in de derde plaats oefent ook de asymmetrische ontwikkeling van vele dieren dezer klasse eenen wijzigende invloed op het maaksel der centraaldeelen van hun zenuwstelsel uit, inzonderheid op het tritoganglion, dat zich daardoor hetzij in zijn geheel of in zijne deelen alsdan eenzijdig ontwikkeld vertoont.

Bij de genoemde hoofdcentraaldeelen voegen zich bovendien nog secundaire ganglien Steeds aanwezig zijn twee keel- of lipknoopen (*ganglia buccalia s. stomato-gastrica*), die elk door eene commissuur met het vooreinde der beide helften van het protoganglion en onderling door eene dwarse commissuur, die onder den slokdarm doorgaat, verbonden zijn (fig. 363 *bg*). Zoo komt een derde, voorste slokdarmring tot stand. Meestal liggen

deze buccaal-ganglien ter weerzijde van den slokdarm, maar soms (bij *Littorina*, bij vele Opisthobranchien) naderen zij tot elkander in de middellijn en liggen dan digt bijeen onder den slokdarm (fig. 362 *b*). Met deze buccaal-ganglien staan in vele gevallen nog twee andere kleinere zenuwknoopjes in verband, de maag-slokdarmknoopen (*ganglia gastro-oesophagealia*), die zenuwtakjes naar de speekselklieren, den slokdarm en de maag zenden en als tot het voedingszenuwstelsel behoorende moeten beschouwd worden.

Behalve de genoemde commissuren voor de buccaal-ganglien, die ook wel buccaal-zenuwen genoemd worden, omdat zij takken afgeven aan de pharynx en de tong, gaan nu van het protoganglion nog andere paren van zenuwen uit, waarvan die voor de hoofdzintuigen de voornaamste zijn. De gezigtszenuwen (*nervi optici*) en voelerzenuwen (*n. tentaculares*) ontspringen steeds vrij en begeven zich regtstreeks naar de deelen waarvoor zij bestemd zijn. Laatstgenoemde zenuwen zwellen gewoonlijk elk nog tot een kleinen knoop aan, die in het voorste gedeelte van den voeler gelegen is. Volgens HANCOCK zoude bij de Opisthobranchien het achterste paar dezer voelerzenuwen de reukzenuwen (*n. olfactorii*) zijn. Ook bij de Prosobranchien en de Pulmonaten scheiden zich van de voelerzenuw takjes af die naar een bepaald deel van den voeler gaan, waarin waarschijnlijk het reukvermogen zetelt. Dat de gehoorzenuwen (*n. acustici*) ook in deze klasse, even als bij de Heteropoden, hunnen oorsprong uit het protoganglion nemen, is door LACAZE-DUTHIERS 1) overtuigend aangetoond. Zij vergezellen echter de commissuren naar de beide helften van het deutoganglion, welk laatste doorgaans de drager der gehoorzakjes of otocysten is. Behalve deze zintuigzenuwen komen uit het protoganglion nog ter weerszijde twee zenuwen voor de huid aan het voorhoofd en de lippen

1) *Archives de Zoologie expérimentale*, T. I. No. 1, en 2.

(*n. fronto labialis posterior* en *n. labialis inferior*) en eene onparige zenuw voor de roede (*n. penialis*).

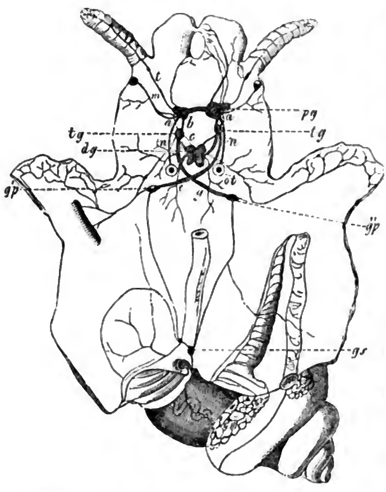
Het *deutoganglion* is, even als bij andere Mollusken, het voorname centrum, vanwaar uit de bewegings-zenuwen uitstralen voor het buikgedeelte van den huidspierzak en inzonderheid voor den voet. Al naar gelang van de uitgebreidheid van dezen is dit ganglion of zijne beide helften grooter en ontspringen daaruit twee of drie paren voetzenuwen (*n. pedales*) van meerdere of mindere dikte, die zich in den voet in talrijke takken splitsen. Bovendien ontspringt daaruit bij de een schelp bezittende soorten de zenuw voor den *musculus columellaris.* Daar de voet zeer gevoelig is, moeten in de zich daarin verbreidende zenuwen niet enkel bewegings- maar ook gevoelsdraden voorhanden zijn. Het zoude echter kunnen wezen, dat deze niet uit de voetknoopen maar uit het protoganglion hunnen oorsprong nemen en door de commissuren I—II in de eerste binnentreden en zich aan de bewegingsdraden aansluiten. Voorts komen uit de voetknoopen ook een paar zenuwen voor het nekgedeelte der huid (*n. cervicales*), en bij de *Aeolididae* gaan daaruit ook takken naar de kieuwaanhangsels der huid. Aan de uit dit centraaldeel haren oorsprong nemende zenuwen schijnen zich nimmer secundaire ganglien te vormen.

Anders is het met de zenuwen, die uit het *tritoganglion* komen. Dat dit somtijds, namelijk bij eenige in het water levende Pulmonaten (*Limnaea*, *Planorbis*, *Physa* enz.) uit meer dan een paar, alle in den omtrek des slokdarms gelegen knoopen bestaat, is reeds boven opgemerkt. Dit getal kan tot vijf klimmen (fig. 363), terwijl elders (bij het meerendeel der Opisthobranchien en Prosobranchien) slechts een paar tot dit centraaldeel behoorende knoopen aan de vorming van den slokdarmring deel neemt, en in nog andere gevallen, namelijk bij eenige op het land levende Pulmonaten (*Helix*, *Arion*), de knoopen van het tritoganglion zelfs met die van het deutoganglion tot eene enkele onder den slokdarm gelegen zenuwmassa versmolten zijn (fig. 361 bl. 525).

Deze verschillende toestanden vinden hunne verklaring in de omstandigheid, dat de uit dit centraaldeel komende zenuwen, die zich naar de kieuwen (*n. branchialis*), den mantel (*n. pallealis*) en de ingewanden (*n. visceralis s. splanchnicus*) begeven, alvorens zich daarin te vertakken, tot knoopen (*ganglion branchiale*, *g. palleale*, *g splanchnicum*) aanzwellen. Bij het meerendeel der Opisthobranchien, der Prosobranchien en desgelijks bij de Pneumonopomen, liggen deze secundaire knoopen nabij de organen zelve, derhalve op zekeren afstand van den slokdarmring (fig. 364); doch bij de Pulmonaten ontbreken deze secundaire knoopen schijnbaar, omdat zij tot deelen van den slokdarmring zijn geworden. Er heeft, met andere woorden, hier een dergelijk concentratie-proces plaats als waardoor ook andere gedeelten van het centraalzenuwstelsel, door verkorting der verbindingstrengen, tot elkander naderen en bij eenigen met elkander zamensmelten.

Wat de mantel- en kieuwzenuwen betreft, zoo ver-

Fig. 364.



Zenuwstelsel van *Cyclostoma elegans*. Naar LACAZE-DUTHIERS, met gewijzigde duiding.

pg protoganglion; *dg* deutoganglion; *tg* tritoganglion; *g'p* linker mantelknoop; *g''p* regter mantelknoop; *gs* ingewandenknoop; *a* commissuur I—II; *b* commissuur I—III; *c* commissuur II—III; *e* en *g* mantelzenuwen; *n* gehoorzenuw; *ot* gehoorzakje; *m* gezigtszenuw; *t* voelerzenuw.

schillen deze overigens uit den aard der zaak nog zeer bij de onderscheidene vormen van Gasteropoden, in overeenstemming met de verschillende uitgebreidheid des mantels en van de door de kieuwen ingenomen plaats. Bij asymmetrische ontwikkeling zijn die der regter zijde zwaarder dan die van de linker zijde, en wanneer het ligchaam daarbij eene wringing heeft ondergaan, gelijk bij het meerendeel der een gewonden schelp bezittende Prosobranchien en Pneumonopomen het geval is, dan overkruisen de kieuwzenuwen elkander in dier voege dat de uit de regter helft van het ganglion komende zenuw zich naar de linker zijde, die van de linker helft zich naar de regter zijde begeeft, terwijl elk in de nabijheid der kieuw tot een knoop (*ganglion branchiale*) aanzwelt (zoo bij *Haliotis*). Atrophieert een der kieuwen, dan blijft toch nog de daaraan beantwoordende zenuw bestaan, maar deze vertakt zich dan in den mantel en wordt zoo tot mantelzenuw en de knoop tot mantelknoop (*g. palleale*, fig. 364). Indien deze knoopen in den slokdarmring zijn opgenomen, dan ontspringen beide zenuwen uit de links en regts gelegen knoopen, zonder dat er eene overkruising der zenuwen plaats heeft, maar bij de regts gedraaide soorten (*Limnaea*, fig. 363) is het regter, bij de links gedraaide soorten (*Planorbis*, *Physa*) is het linker der beide ganglien het grootst.

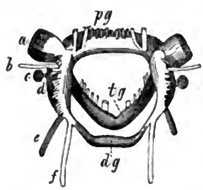
De ingewanden-zenuw (*nervus visceralis s. splanchnicus*) ontspringt met een of met twee stammen, die bij de Prosobranchien den reeds genoemden ingewanden-zenuwknoop (*g. viscerale s. splanchnicum*) vormen, welke in de nabijheid der lever is gelegen, maar bij de Pulmonaten komt deze zenuw uit het daaraan beantwoordend middengedeelte van het tritoganglion, dat dan eens een afzonderlijke, onparige groote knoop is, dan weder met de overige deelen daarvan is zamengesmolten. De vertakkingen van den *nervus splanchnicus* verbreiden zich in het ingewandenkluwen en ontmoeten daar andere zenuwtakjes, die van de boven genoemde *ganglia buccalia* en *gastro-oesophagealia* komen. Dit

gedeelte van het zenuwstelsel, waarbij zich nog een afzonderlijk ontspringende zenuw voor het hartezakje en de voorttelingsorganen (*n. genitalis*) voegt, vertegenwoordigt den *n. vagus* en den *n. sympathicus* der Gewervelde dieren.

147. In de afdeeling der Cephalopoden bereikt het zenuwstelsel den hoogsten trap van ontwikkeling, waarvoor het in den Mollusken-typus vatbaar is. De meer genoemde hoofdcentraaldeelen vormen ook hier eenen slokdarmring, die gelegen is in de holte van het kopkraakbeen (verg. bl. 105), maar deze niet geheel vult.

Ten aanzien van zijn maaksel sluit zich deze slokdarmring het naast aan dien der Gasteropoden, bepaaldelijk aan dien der Prosobranchien en der Pulmonaten, maar tevens ook aan dien der Gymnosomen onder de Pteropoden. Het meest in het oog vallend is die overeenkomst bij *Nautilus* (fig. 365), waar de ring betrekkelijk wijd en kort is en de twee paren commissuren, waardoor het boven en ter zijde van den slokdarm gelegen protoganglion met de beide andere onder den slokdarm gelegen centraaldeelen, tot een dubbelen ring verbonden zijn, gemakkelijk herkend worden. Deze commissuren zijn echter betrekkelijk dik en zwaar en vertoonen zich schier als uitbreidingen der ganglien zelve.

Fig. 365.



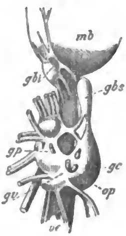
Centraaldeelen van het zenuwstelsel van *Nautilus pompilius*. Naar KEFERSTEIN. *pg* protoganglion; *dg* deutoganglion; *tg* tritoganglion; *a* gezigtszenuw; *b* reukzenuw; *c* gehoororgaan; *d* voelerzenuwen; *e* lipvoelerzenuwen; *f* trechterzenuw.

Bij de Dibranchiaten treft men dezelfde deelen aan, maar in meer geconcentreerden vorm. De opening, waardoor de slokdarm heengaat, is merkelijk naauwer (fig. 366 en fig. 369 bl. 536), en de ganglien, vooral het protoganglion, hebben eene meer verlengde gedaante, terwijl het deutoganglion en het tritoganglion te zamen

naauw vereenigd zijn en eene enkele onder den slokdarm gelegen zenuwmassa uitmaken. De commissuren, ofschoon niet meer zoo in het oog vallend, bestaan echter nog. De voorste zijn dun, de achterste daarentegen zeer breed.

Het protoganglion overwelft den slokdarm van boven en ter weerzijde. Het bestaat uit eenige achter elkander gelegen lobben, die echter bij de Octopoden (fig. 367), merkelijk duidelijker dan bij de Decapoden zijn. Zijn achterste gedeelte is het dikst en vertoont bij eerstgenoemden vijf tot zeven overlangsche afwisselend witte

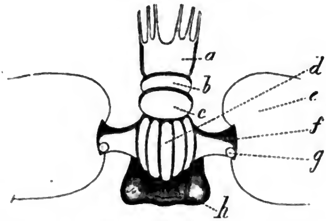
Fig. 366.



Slokdarmring van *Sepia officinalis*, van ter zijde gezien. Naar GARNER.

gc protoganglion; *gp deutoganglion*; *gv tritoganglion*; *mb* slokdarmhoofd; *oe* slokdarm; *gbs ganglion buccale superius*; *gbi ganglion buccale inferius*; *op nervus opticus*.

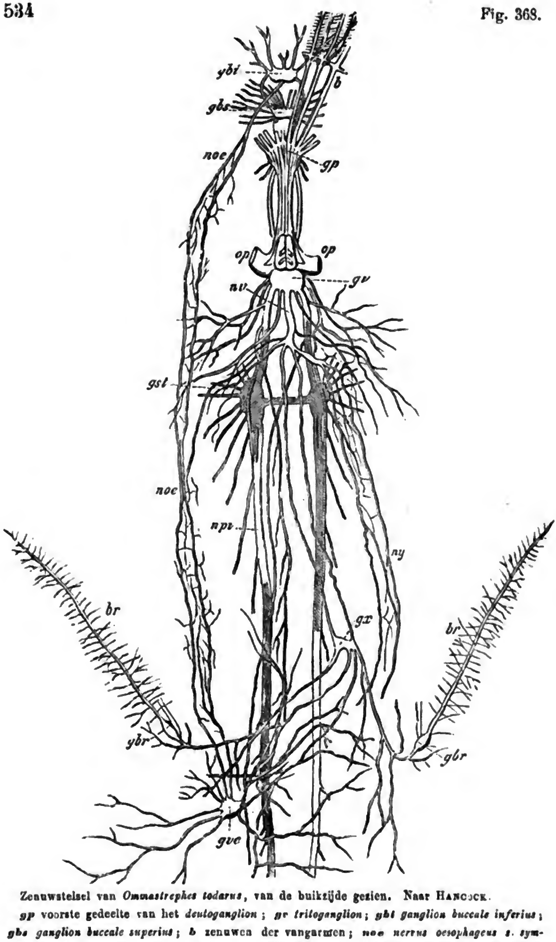
Fig. 367.



Slokdarmring van *Octopus vulgaris*; naar OWSJANNIKOW en KOWALEVSKY; van boven gezien; zwak vergroot.

a voorste lob van het *protoganglion* of *ganglion buccale superius*; *b*, *c*, *d* de drie volgende achter elkander gelegen lobben van het *protoganglion*; *e ganglion opticum*; *f nervus opticus*; *g* klierachtig orgaan; *h tritoganglion*.

en grijze strepen. De witte strepen beantwoorden aan even zoo vele overlangsche strooken die uit zenuwcellen zijn zamengesteld, terwijl de grijze tusschenzelfstandigheid uit eene fijnkorrelige massa, met kernen, zonder eigenlijke zenuwcellen bestaat (CHÉRON). Dit gedeelte vormt als het ware een dunne kap over het achterste gedeelte van het protoganglion (fig. 369). Op dit achterste gedeelte volgen bij de Octopoden nog drie,



Zenuwstelsel van *Ommastrephes todarus*, van de buikzijde gezien. Naar HANCOCK.

gp voorste gedeelte van het *deutoganglion* ; ***gr*** *tritoganglion* ; ***gbi*** *ganglion buccale inferius* ; ***gbs*** *ganglion buccale superius* ; ***b*** zenuwen der vangarmen ; ***noe*** *nervus oesophageus s. sympathicus* ; ***op*** *nervus opticus* ; ***nv*** *nervus visceralis* ; ***gst*** *ganglion stellatum* ; ***npt*** *nervus pinnalis* ; ***ny*** zenuwen voor den endeldarm en den inktzak ; ***gx*** *ganglion venae cavae* ; ***gve*** *ganglion splanchnicum* ; ***gbr*** *ganglion branchiale* ; ***br*** kieuwzenuw.

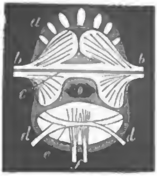
bij de Decapoden twee, door ondiepe dwarsgroeven gescheiden lobben. De derde of voorste lob, waaruit de talrijke lipzenuwen (*nervi labiales*) en de keelzenuwen (*n. buccales*) ontspringen, is bij de Decapoden wel aanwezig, maar ligt op eenigen afstand naar voren, digt bij de pharynx, en staat met de daarachter gelegen lob in verband door twee paren verbindingstrengen, die kort bij *Sepia*, langer bij *Loligo*, nog langer bij *Ommastrephes* zijn (fig. 368). De beide zijdelingsche dezer verbindingstrengen zijn niet anders dan voortzettingen der voorste slokdarmring-commissuur. Zoo vertoont zich deze voorste lob als ware zij een afzonderlijke zenuwknoop, dien men dan ook als *ganglion buccale superius* heeft onderscheiden.

Takken van de beide *nervi buccales* verbreiden zich in de spierwanden van de pharynx en in de tong; twee andere takken of juister strengen buigen zich voor- en benedenwaarts om den slokdarm heen en treden in een daaronder, achter tegen de pharynx aan gelegen knoop, het eigenlijke *ganglion buccale*, gewoonlijk *ganglion buccale inferius* of ook wel *g. labiale* geheeten; zij stellen aldus een verband daar tusschen dit tot het sympatische stelsel behoorend ganglion en het protoganglion.

Uit het laatstgenoemde ontspringen bovendien de dunne reukzenuwen (*nervi olfactorii*) en de gezigtszenuwen (*nervi optici*). Deze laatsten zijn dik en zwellen, op korten afstand van den oorsprong, elk tot een zeer grooten knoop (*ganglion opticum*) aan, die eigenlijk nog als een deel van het protoganglion moet worden beschouwd, terwijl de zoogenaamde gezigtszenuw juister de steel van dien knoop zoude genoemd worden. Uit het *ganglion opticum* komen dan talrijke takken (de eigenlijke gezigtszenuwen) die den oogbol binnentreden. Binnen in het protoganglion zelf vormen de beide *nervi optici* een waar *chiasma* (fig. 369 *c*), dat gelegen is juist boven de plaats, waaronder de slokdarm doorgaat. Dit chiasma bestaat eensdeels uit vezelen die regtstreeks van de eene zenuw in de andere overgaan, anderdeels uit vezelen, welke uit de onder den slokdarm

gelegen zenuwmassa komen en zich begeven naar de zenuw der tegenovergestelde zijde (Chéron).

[Fig. 369.



Loodregte doorsnede der centrale zenuwmassa van *Eledone moschatus*, op de hoogte van den oorsprong der gezigtszenuwen. Naar Jules Chéron.

a buitenste laag, met afwisselende strooken van witte en grijze zelfstandigheid; *bb* gezigtszenuwen; *c chiasma nervorum opticorum*; *dd* gehoorzenuwen; *e chiasma nervorum acusticorum*; *f* voorste trechterzenuwen; *o* opening voor den doorgang van den slokdarm.

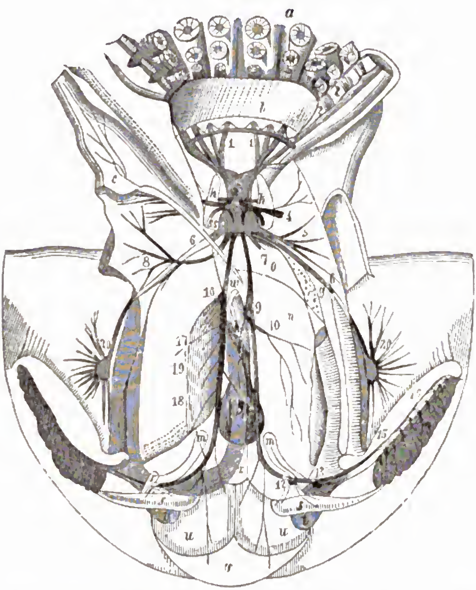
De gehoorzenuwen (*nervi acustici*) komen bij de Dibranchiaten wel is waar ter weerzijde uit het deutoganglion te voorschijn. Echter is het reeds op grond der analogie met de Gasteropoden en de Heteropoden (bl. 523 en 528) niet onwaarschijnlijk dat haar eigenlijke oorsprong hooger, in het protoganglion, gelegen is, en inderdaad is dit ook volgens Lacaze-Duthiers 1) het geval. Ook zij vormen een *chiasma* (Chéron). Bij *Nautilus* ontspringen zij hooger, uit zijdelingsche gedeelten die in der daad als nog tot het protoganglion behoorende kunnen worden beschouwd (fig. 366 bl. 532).

Werkelijk uit het *deutoganglion* ontspringende zenuwen zijn: de armzenuwen (*nervi tentaculares*), de twee paren trechterzenuwen (*nervi infundibuli*), de kopzenuwen (*nervi capitis*) en de oogspierzenuwen (*nervi ophthalmici s. oculomotorii*). De dikke armzenuwen komen uit het voorste gedeelte van het deutoganglion als het ware straalsgewijs. Bij de Octopoden is dit gedeelte dik en kort en vertoont zich als eene onmiddellijke voortzetting van de daarachter gelegen zenuwmassa, maar bij de Decapoden heeft iets dergelijks plaats als wij het boven gezien hebben van het voorste gedeelte van het protoganglion. Ook het voorste gedeelte van het deutoganglion scheidt zich namelijk als een tweelobbige knoop af van het daarachter volgende, daarmede echter door dubbele strengen in zamenhang blijvende. Bij *Sepia* is deze afscheiding nog slechts gering, bij *Loligo* sterker, en bij *Ommastrephes* is zij zoo zeer

1) *Archives de Zoologie expérimentale*, I. p. 162.

toegenomen, dat het tweelobbige ganglion, waaruit de armzenuwen komen, op aanmerkelijken afstand van de overige centraal-

Fig. 370.



Zenuwstelsel van *Eledone moschatus*, van de buikzijde gezien. Naar JULES CHÉRON.

a armen; *b* holte van den kop, waaruit de pharyox verwijderd is; *e* trechter; *g* endeldarm; *h* uitlozingsbuis van den inktzak; *kk* kopkraakbeen; *mm* eileiders; *n* lever; *o* krop; *r* regter pisbuis; *ss* afvoerende kieuwaders; *tt* kieuwharten; *uu* pisblazen; *v* eijerstok; *x* holle ader; *w* aars.

1,1 armzenuwen; 2,2 ganglien voor de zuignappen; 3 gehoorzenuwen; 4 voorste trechterzenuwen; 5 bijkomende mantelzenuw; 6,6 mantelzenuwen; 7,8 achterste trechterzenuw; 9 linker ingewandenzenuw; 10 tak daarvan voor de ligchaamsspieren; 12 *ganglion fusiforme*; 13 *ganglion branchiale*; 15 kieuwbladknoopen; 16 regter ingewandenzenuw; 17 haar spiertak; 18 haar tak naar den endeldarm; 19 takken naar het tusschenschot; 20,20 *ganglia pallealea s. stellata*.

zenuwmassa ligt. Aan de basis der armen zijn alle armzenuwen door eene ringvormige commissuur verbonden. Bij de Decapoden is deze commissuur enkelvoudig, maar bij de Octopoden gedeeltelijk dubbel, in dier voege namelijk dat zij zich op de hoogte van elke zenuw in twee takken splitst, waarvan de eene zich met de zenuw vereenigt, terwijl de tweede, aan de binnenzijde daarvan doorgaande, iets verder zich weder met de volgende tot een enkelvoudige commissuur verbindt. Zoo wisselen derhalve enkelvoudige en dubbele gedeelten met elkander af. Elke armzenuw treedt in het overlangs zich in den arm uitstrekkend kanaal en splitst zich in twee nevens elkander loopende en hier en daar door anastomosen verbonden takken. Die welke langs de binnenzijde verloopt vormt op de hoogte van elken zuignap een kleinen zenuwknoop, en daaruit verbreiden zich talrijke fijne takken zoowel in de zuignappen als in de armspieren.

Uit de achterste afdeeling van de onderslokdarm-zenuwmassa, het *tritoganglion*, komen de beide mantelzenuwen (*nervi palleales*), elk aan haar oorsprong nog vergezeld van eene bijkomende zenuw (*n. accessorius*), die zich in de spieren der rugzijde verbreidt, voorts een of twee dunne zenuwen der holle ader (*nervi venae cavae*) en de groote ingewanden-zenuw (*n. visceralis s. splanchnicus*). Elke mantelzenuw zwelt ter weerzijde van den ingewandenzak tot een grooten mantel-zenuwknoop (*ganglion palleale s. stellatum*) aan, van waar uit zich vervolgens talrijke takken stergewijs in den mantel en, bij de Decapoden, in de vinnen verbreiden. Volgens Hancock zouden bij *Ommastrephes* de beide mantelknoopen door eene overdwarse commissuur verbonden zijn (fig. 368 bl. 534). Deze komt echter niet voor bij anderen, en dit vordert daarom eene nadere bevestiging. Bij *Nautilus* ontbreken de mantelknoopen.

De ingewanden-zenuw, die geheel aan het beneden-achtereinde van het tritoganglion haar oorsprong neemt, bestaat in werkelijkheid nog uit twee zenuwen, die echter meestal zeer digt bij elkander gelegen zijn en zich eerst verder achterwaarts als

twee afzonderlijke stammen vaneen scheiden, welke in een groot gedeelte van hun beloop de *vena cava* vergezellen. Op hunnen weg achterwaarts geven deze stammen verscheidene takken af, namelijk aan den endeldarm, den inktzak, het hulsel der nieren, de voorttelingsklieren en de kieuwen. Tevens zwellen zij plaatselijk hier en daar tot zenuwknoopen aan. Een daarvan (*ganglion fusiforme*) ligt nabij de voorttelingsorganen en zendt daarheen takjes af. Een andere iets grootere zenuwknoop (*ganglion branchiale*) bevindt zich aan de basis der kieuwen, in de onmiddellijke nabijheid van elk der beide kieuwharten. Ook nog kleinere zenuwknoopjes komen, althans bij de Octopoden, aan de basis van elk der kieuwbladen voor. Beide ingewandenzenuwen zijn onderling door een dunne dwarse streng verbonden, die tusschen den endeldarm met den inktzak en de lever doorgaat. Bij *Ommastrephes* vond Hancock daar ter plaatse een zenuwknoop (*ganglion venae cavae*), die echter bij anderen schijnt te ontbreken. Van dien knoop of van takken der ingewandenzenuw zelve gaan zenuwdraden naar den tot het sympathische stelsel behoorenden maagknoop (*ganglion ventriculare, g. splanchnicum s. viscerale*), die gelegen is op de spijsverteringsbuis, ter plaatse waar de spiraalvormige blindzak zich daarin opent en de endeldarm begint. Dit ganglion staat door de beide zeer lange slokdarmzenuwen, welke bij eenigen tot een enkele streng versmolten zijn, bij anderen een vlecht rondom den slokdarm vormen, in verband met het bovengenoemde *ganglion buccale*, dat onder tegen de pharynx aan gelegen is (fig. 368). Uit het maagganglion treden zenuwen, die zich in de wanden van de maag, van het spiraalvormig aanhangsel van den endeldarm en in de lever vertakken. Bij *Nautilus* komen twee zulke maagganglien voor, welke ter weerzijde van de maag gelegen zijn. Ook bij *Sepia* is somtijds een dubbel maagganglion aangetroffen (Chéron).

Bij eene vergelijking van het zenuwstelsel der Cephalopoden met dat der overige Mollusken, moet men de veranderde functie en plaatsing der organen wel in het oog houden. Het blijkt

dan dat de arm- en trechterzenuwen homoloog zijn met de voetzenuwen der Lamellibranchien, Heteropoden en Gasteropoden (verg. bl. 121). De mantelknoopen (*ganglia stellata*) zijn vergelijkbaar bij de mantel- en kieuwknoopen der Prosobranchien, in weerwil dat zij bij de Cephalopoden in geene regtstreeksche betrekking tot de ademhaling staan, omdat bij hen de kieuwen niet van de rugvlakte des mantels ontspringen maar integendeel buikstandig zijn. De kieuwzenuwen en kieuwknoopen der Cephalopoden zijn dan ook deelen van de ingewanden-zenuw.

Wormen.

148. Het zwakke verband, waardoor de leden van de groep der Wormen aaneengeschakeld worden, verkondigt zich ook in het maaksel van hun zenuwstelsel. Eene algemeene, voor allen geldende, typische zamenstelling van het zenuwstelsel is hier niet aanwijsbaar. Dit wordt eerst mogelijk nadat men eenige dier groepen heeft afgezonderd, waarna het niet moeijelijk is in de overige genoegzame punten van overeenkomst aan te wijzen, die op eene allengsche toenadering tot het maaksel des zenuwstelsels bij de Gelede dieren duiden.

De bedoelde groepen zijn die der Cestoden, der Acanthocephalen, der Nematoden, der Enterobranchien en der Pterhelminthen.

149. Of de Cestoden een zenuwstelsel bezitten, is voor het minst nog twijfelachtig. Bij eenige soorten van *Tetrarhynchus* hebben sommige waarnemers (J. Müller, G. Wagener, van Beneden) in het vooreinde van den scolex een of meer kleine deelen meenen te zien, waarvan draden zich begeven naar de scheeden der boorslurpen. Het bewijs echter, dat dit werkelijk zenuwknoopen en zenuwen zijn, is niet geleverd. Evenmin zijn vroegere waarnemingen van Blanchard omtrent een zenuwstelsel bij *Taenia serrata* en van Lereboullet bij *Ligula* door latere onderzoekingen bevestigd.

Bij de Acanthocephalen ligt in het achterste gedeelte der slurpscheede een door Dujardin ontdekt ligchaam, waarin v. Siebold een zenuwknoop herkende. Daaruit stralen eenige zenuwen, waarvan een paar grootere zich voorwaarts, een paar andere zich achterwaarts begeven en de slurpscheede doorboren. Behalve deze vier dikkere zenuwstammen komen er, volgens Greeff 1) uit het ganglion nog zes dunnere: een voor- en een achterwaarts in de middellijn, ter weerzijde een die naar den wand der slurpscheede gaat, en evenzoo ter weerzijde een naar de voor de terugtrekking des slurps dienende spieren.

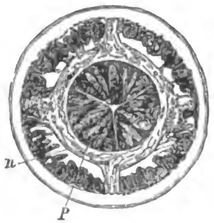
Hieraan sluit zich eenigermate het zenuwstelsel van *Balanoglossus*. Nabij het achtereinde des slurps, boven diens achterste spleetvormige opening, ligt namelijk een deel, dat door Kowalevsky voor een ganglion gehouden is. Dit vordert echter een nader onderzoek.

Ook ten aanzien van het zenuwstelsel van *Sagitta* bestaan nog twijfelingen. In den kop, boven de pharynx, ligt een knoop, vanwaar uit strengen gaan naar twee andere kleinere knoopen, die onmiddellijk onder de oogen gelegen zijn. Doch behalve dezen willen sommigen (Wilms, Krohn, Busk, Leuckart, Pagenstecher) in een merkelijk grooter, aan de buikzijde gelegen ligchaam een buikzenuwknoop herkend hebben, die door commissuren met den eerstgenoemden knoop tot een slokdarmring verbonden zoude zijn. De juistheid dezer duiding is echter zeer twijfelachtig geworden door de latere onderzoekingen van Busch en van Keferstein, volgens welke het bedoelde deel geen zenuwknoop kan zijn, omdat het aan de buitenzijde der spierlaag, onmiddellijk tegen de huid gelegen is, terwijl het bovendien noch zenuwcellen bevat noch met den knoop boven de pharynx in verband staat.

1) *Archiv f. Naturgeschichte*, 1864. I. p. 129.

150. Het zenuwstelsel der Nematoden heeft tot onderwerp gestrekt van zeer talrijke onderzoekingen, die echter eerst in den loop der laatste jaren tot eenigzins bevredigende en overeenstemmende uitkomsten hebben geleid. Tevens is daarbij echter gebleken dat het maaksel van het zenuwstelsel der Nematoden zoo verschillend is van dat van alle andere Wormen, dat het zich bezwaarlijk daarmede vergelijken laat, terwijl het daarentegen veeleer eenige overeenkomst aanbiedt met dat der Echinodermen.

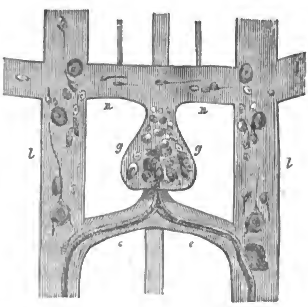
Fig. 371.



Dwarse doorsnede van het voorste ligchaamseinde van *Ascaris lumbricoides*, op de hoogte van den zenuwring *n* rondom den slokdarm *p*. Naar Leuckart.

Volgens Schneider, Leuckart en Bastian is het centraaldeel van het zenuwstelsel een dunne slokdarmring (fig. 371 en 372), die echter ter naauwernood gezegd kan worden uit ganglien en deze verbindende commissuren te bestaan, daar hij nagenoeg op alle punten van den omtrek eene gelijke dikte heeft. Toch leert een nader onderzoek, dat zich op enkele plaatsen daarin kleine zenuwcellen opgehoopt bevinden. Zulke plaatsen, hoewel slechts weinig dikker dan andere, moeten derhalve als ganglien geduid worden. Er

Fig. 372.



Centraalgedeelte van het zenuwstelsel van *Ascaris lumbricoides*, vlak uitgebreid. Naar Leuckart.

nn zenuwring; *gg* buikganglion; *ll* zijdestrepen met gangliencellen daarin; *ee* eindgedeelte van den excretorischen toestel.

zijn er drie: twee kleinere in de zijdelingsche gedeelten van den ring *(ganglia lateralia)* en een grooter dat aan de buikzijde van den ring gelegen is *(ganglion ventrale*, ook *g. cephalicum* door SCHNEIDER genoemd); soms ligt dit iets achter den ring en staat dan door een of twee zeer korte verbindingstrengen daarmede in verband. Van den ring gaan acht zenuwstrengen uit, twee naar achteren en zes naar voren. Van de beide achterste zenuwstrengen loopt de eene, *nervus dorsalis*, in de rugstreep, de andere, *n. ventralis*, in de buikstreep tot aan het staarteinde. Onder weg geven beide zenuwstammen talrijke takken af die in de huid gelegen blijven, zonder zich verder te vertakken. Of de buikzenuwstreng digt bij de aars wederom tot een knoop aanzwelt, is nog eenigzins onzeker. Vroegere waarnemers (MEISSNER, WEDL) hadden naast den endeldarm gelegen deelen daarvoor aangezien, die later gebleken zijn klieren te wezen. LEUCKART vond echter bij *Ascaris lumbricoides* een klein aarsganglion. Bij de mannelijke individu's, wier staarteinde van bijkomende paringsorganen voorzien is, bezit het zenuwstelsel daar ter plaatse ook eene iets grootere zamengesteldheid; men treft daar ook zenuwstrengen in de zijdestrepen aan en de buikstreng splitst zich in twee takken, die zenuwen aan de buikpapillen geven.

Van de zes uit den ring voorwaarts ontspringende zenuwstrengen, verloopen er twee, *nervi laterales*, in het midden der zijdevelden en de vier overigen, *nervi submedianii*, in de ruimten daartusschen. Alle zes gaan naar de rondom den mond geplaatste papillen.

Zoowel de ring als alle de daaruit komende hoofdstammen zijn van eene dikke scheede omgeven. Geheel afwijkend van hetgeen men elders vindt is de voorstelling, welke SCHNEIDER geeft van de wijze waarop de spieren hier met de zenuwen in verband treden. De spiercellen hebben meer of minder lange uitloopers, die zich deels aan den slokdarmring, deels aan de rug- en buikzenuw inplanten. Niet de zeuuwen zouden zich

dus naar de spieren maar integendeel de spieren zich naar de zenuwen begeven. Houdt men echter in het oog dat spiercellen in het algemeen de zamentrekbare eindtoestellen van motorische zenuwvezelen zijn, dan wordt de anomalie minder groot. Het komt er dan slechts op aan of de genoemde uitloopers der spiercellen nog tot de zamentrekbare deelen van deze behooren, of wel dat zij als de einden der motorische zenuwvezelen moeten beschouwd worden. Het laatste schijnt ons toe voor het minst even waarschijnlijk als het eerste te zijn.

Fig. 373.

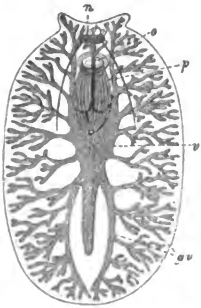


Opistomum pallidum. Naar Max Schultze. Vergroot. *a* centraaldeelen van het zenuwstelsel; daarnevens de vertakkingen van het watervaatstelsel; *b* mond; *c* pharynx; *d*, *d* zaadklieren; *e*, *e* *vasa deferentia*; *f* zaadblaas; *g* roede; *h* geslachtsopening; *i* scheede; *k* *receptaculum seminis*; *l* kiemstok; *m*, *m* dojerstokken; *n* eijerzak (*uterus*) met twee hartschalige eijeren.

151. In de afdeelingen der Trematoden, der Turbellarien, der Hirudiniden en der Chaetophoren laat zich, in weerwil van groote verschillen, toch eene doorloopende eenheid in het maaksel van het zenuwstelsel erkennen. De verschillen zijn voor een gedeelte het gevolg van het al of niet verdeeld zijn van het ligchaam in segmenten. Waar zulk eene segmentatie optreedt, vermenigvuldigt zich ook het aantal der bijzondere zenuwmiddelpunten. Steeds is minstens één, nabij het vooreinde des ligchaams gelegen, centraaldeel, een *protoganglion*, aanwezig.

Bij de Trematoden (fig. 374) en Turbellarien (fig. 373 en 375), wier ligchaam onverdeeld is, is dit het eenige centraaldeel van het zenuwstelsel. Het bestaat uit twee knoopen, die door eene dwarse commissuur vereenigd zijn. Uit deze links en regts van de ligchaamsas gelegen knoopen, die echter in eenige gevallen elkander zoo digt naderen dat zij zich als een enkele, in

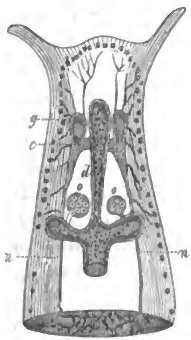
Fig. 374.



Eurylepta sanguinolenta. Naar GEGENBAUR.

o mond; *p* pharynx; *v* maag; *gv* vertakkingen van de spijsverteringsholte; *n* zenuwknoopen.

Fig. 375.



Vooreinde van *Polycelis cornuta.* Naar O. SCHMIDT. Vergroot.

g zenuwknoopen; *c* commissuur; *n n* zijdestammen; *d* voorste darmblindzak; *o o* kiemstokken.

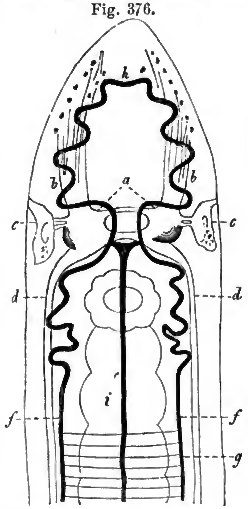
twee zijdelingsche helften verdeelde knoop vertoonen, komen voorwaarts een zeker aantal fijne zenuwstammetjes die zich naar de oogen, — voor zoover deze voorhanden zijn, — begeven; terwijl achter uit de knoopen twee meestal merkelijk sterkere zenuwstammen ontspringen, die achterwaarts overlangs, evenwijdig met de zijden des ligchaams, loopen. Uit deze zijdestammen ontspringen dan de zenuwen voor de huid en inwendige ligchaamsdeelen.

Bij de Trematoden, alsmede bij de Rhabdocoele en Dendrocoele Turbellarien, is de genoemde dwars-commissuur het eenige verbindingsmiddel der beide helften van het zenuwstelsel. Deze commissuur ligt geenszins altijd boven den slokdarm, omdat bij zeer vele soorten dezer afdeelingen het spijsverteringskanaal zich niet aan het vooreinde des ligchaams maar meer achterwaarts, soms op grooten afstand daarvan met een mond opent (fig. 373 *b*). Daar nu deze dwars-commissuur (fig. 375 *c*) toch moet beschouwd worden als het ruggedeelte van hetgeen men bij andere dieren (Mollusken, hoogere Wormen, Gelede dieren) een slokdarmring noemt, zoo blijkt daaruit, dat er tusschen dien zenuwring en het vooreinde des spijsverteringskanaals geen noodzakelijk verband be-

staat, maar dat de zenuwring alleen daar tot slokdarmring wordt, waar ook de mond zich aan of nabij het ligchaamsvooreinde opent. Wat de zijdestammen aanbelangt, zoo zijn deze zeer duidelijk bij de zee-Planarien, maar moeilijker waarneembaar en dikwijls slechts over een korten afstand te volgen bij de zoetwater-soorten en bij de Trematoden.

In de hoogste afdeeling der Turbellarien, de Nemertinen, treden eenige bijzonderheden in het maaksel des zenuwstelsels op, welke op eene toenadering tot dat der hoogere Wormen wijzen. De beide zijdelingsche zenuwknoopen (fig. 376) zijn betrekkelijk groot, en elk daarvan bestaat nog uit twee meestal door eene duidelijke groeve gescheiden deelen of knoopen, waarvan de voorste tegen den rug aan, de achterste iets lager, naar de buikvlakte toe gelegen is, in dier voege dat bij eenigen (*Rochmocephalidae*) de voorste of rugknoopen de achterste of buikknoopen geheel overdekken, of dat (bij de *Tremacephalidae* en *Holocephalidae*) deze overdekking niet of althans in veel geringere mate plaats heeft. De beide rugknoopen zijn door de ook bij andere Turbellarien voorhanden rug-commissuur verbonden, maar hierbij voegt zich bovendien eene buik-commissuur tusschen de beide buik-

Fig. 376.



Kopeinde van *Borlasia anglica*. Half schematisch. Naar KEFERSTEIN.

a zenuwknoopen; *b b* takken naar de oogstippen; *c c* zijdeorganen; *d d* zijdelingsche zenuwstammen; *e* rugvat; *f f* zijdevaten; *g* vaatbogen; *h* voorste verbindingslis; *i* spijsverteringskanaal.

knoopen, zoodat aldus een ring tot stand komt, welke het zonderlinge als slurp bekende orgaan (verg. bl. 363) omvat, dat geen deel van de spijsverteringsbuis uitmaakt maar daarvóór gelegen is. Uit de achterste helften der ganglien ontspringen dan de beide zijdestammen, hetzij als regtstreeksche achterwaartsche voortzettingen dezer ganglien (*Tremacephalidae*) of uit hunne buikgedeelten (*Rochmocephalidae*). Meestal strekken deze zijdestammen zich eenvoudig langs de zijranden des ligchaams, tusschen de uit kring- en lengtevezelen bestaande lagen van den huidspierzak voortloopende, achterwaarts over de geheele ligchaamslengte uit. Bij eenigen (*Oerstedia*) naderen zij echter tot elkander aan de buikvlakte en komen zoo onder het spijsverteringskanaal te liggen. Dit, gepaard aan de kleine verdikkingen, die men waarneemt op de punten, waar uit die zijdestammen zenuwen ontspringen, doet daarin het eerste beginsel der bij de Hirudiniden en Chaetophoren tot volkomen ontwikkeling komende buikzenuwstreng erkennen.

Slechts in zeldzame gevallen zijn bij Trematoden of Turbellarien nog andere kleine zenuwknoopjes waargenomen. Zoo vermeldt Leuckart een klein ganglion bij den buikzuignap van *Distoma lanceolatum*. Volgens Claparède zwelt bij de embryo van den tot de Nemertinen behoorenden *Prosorochmus* elke zijdezenuw aan haar einde tot een klein ganglion aan, waarvan echter bij de volwassen dieren geen spoor overblijft.

152. Gelijk boven gezegd is, verklaart de inrigting van het zenuwstelsel der Turbellarien en der Trematoden die welke wij in de orden der Hirudiniden en der Chaetophoren aantreffen. Beide deze orden, hoewel in verscheidene andere opzigten van elkander verschillend, stemmen daarin overeen dat het ligchaam eene meer of minder duidelijke zamenstelling uit achter elkander gelegen segmenten of ringen vertoont, en worden uit dien hoofde dikwijls zamengevat onder den naam van Ringwormen. Deze ligchaamssegmentatie gaat gepaard met het optreden van een

zeker getal van aan de buikzijde gelegen, onderling door overlangsche commissuren verbonden ganglien, die met het voorste knoopenpaar door zijdelings daarvan afdalende strengen tot een ring verbonden zijn. En daar in deze afdeelingen het spijsverteringskanaal zich steeds aan het vooreinde des ligchaams met een mond opent, zoo omgeeft die ring hier altijd den slokdarm en wordt dus tot eenen slokdarmring. De beide voorste knoopen, te zamen het *protoganglion* uitmakende, worden ook als kopknoopen (*ganglia cephalica*) of als bovenslokdarmknoopen (*ganglia supra-oesophagea*) onderscheiden. Dikwijls noemt men hen ook de hersenen of de hersenknoopen (*ganglia cerebralia*), welke naam echter door sommigen ook aan den geheelen slokdarmring wordt gegeven, d. i. aan de gezamelijk door commissuren verbonden bovenste en onderste slokdarmknoopen (*ganglia infra-oesophagea*). Deze laatste namelijk, ofschoon in werkelijkheid niet anders zijnde dan het eerste paar buikknoopen, verschillen echter dikwijls in grootte en gedaante van de daarachter volgende. De keten van achter elkander, meestal in de middellijn gelegen buikknoopen ontvangt dan de namen van buikknoopenketen, buikzenuwstreng of ook wel dien van buikmerg.

Dat nu deze keten van buikknoopen, even als ook de geheele slokdarmring, hoewel soms schijnbaar enkelvoudig, toch altijd uit twee zijdelingsche helften bestaat, leert elk naauwkeurig onderzoek daarvan. Die beide helften kunnen echter meer of minder zamensmelten. Bij de hoogere vormen, zoowel uit de orde der Hirudiniden als uit die der Chaetophoren, d. i. bij de groote meerderheid der tot die orden behoorende soorten, is de vergroeijing der beide helften tot een enkele keten eene volkomene, ofschoon men, ook dan wanneer de ganglien zich enkelvoudig vertoonen, toch nog doorgaans in de hen verbindende overlangsche commissuren dubbele strengen herkent. Maar het bewijs voor die dubbelheid van het geheele centrale zenuwstelsel wordt inzonderheid geleverd door die gevallen waarin

deze dadelijk in het oog valt. Zulke gevallen worden aangetroffen bij eenige soorten, welke zich, ten aanzien van het zenuwstelsel, als even zoo vele tusschenvormen tusschen de Trematoden en de Turbellarien ter eener en de hoogere Hirudiniden en Chaetophoren ter andere zijde plaatsen.

Een zoodanige tusschenvorm is vooreerst *Malacobdella*, een geslacht dat ook in andere opzigten de Trematoden en Hirudiniden aaneenschakelt (verg. Dl. III, 1ste Afd. bl. 665). Hier bestaat het zenuwstelsel uit twee door eene enkele dwarse commissuur verbonden slokdarmknoopen, uit elk van welke een zijdelings verloopende zenuwstam ontspringt, welk nabij het achtereinde des ligchaams met die der andere zijde door eene tweede dwarscommissuur in verband treedt. Aan de zijdestammen bevinden zich op zekere afstanden van elkander geplaatste knoopachtige aanzwellingen, waaruit zenuwtakjes komen. Deze knoopjes in de zijdestammen zijn echter niet door dwarscommissuren verbonden (Blanchard).

Fig. 377.



Zenuwstelsel van *Malacobdella grossa*. Naar Gegenbaur. *a* slokdarmknoopen (*protoganglion*); *b* eerste knoop der zijdelingsche zenuwstammen, beantwoordende aan den onderslokdarmknoop van andere Wormen; *b' b'* volgende zenuwknoopen.

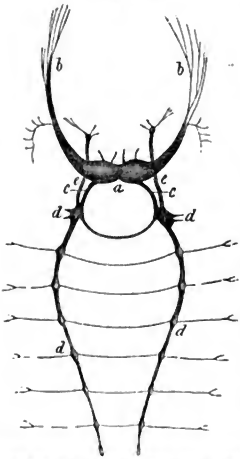
Een tweede zoodanige tusschenvorm wordt aangetroffen in het geslacht *Peripatus*, hetgeen te opmerkelijker is, omdat de daartoe behoorende soorten punten van verwantschap aanbieden niet enke met andere tot de afdeeling der Wormen behoorende dieren, maar ook met de Myriapoden, derhalve met de ware Gelede dieren (verg. Dl. III, 1ste Afd. bl. 574). Bij *Peripatus* nu bestaat het zenuwstelsel uit eenen grooten slokdarmknoop, die boven den slokdarm gelegen is en uit twee zich naauw aaneen sluitende

helften is zamengesteld, en voorts uit twee daaruit ontspringende zijdestammen, die zich om den slokdarm tot een ring zamen buigen, maar zich dadelijk daarop weder van elkander verwijderen, langs de ligchaamszijden hunnen weg vervolgen en eindelijk nabij het ligchaamsachtereinde onder den endeldarm door boogsgewijs in elkander overgaan. Beide deze zijdestammen zijn bovendien nog op een aantal punten door dunne dwarscommissuren verbonden. Knoopachtige aanzwellingen zijn wel is waar niet of ter naauwernood aan de zijdestammen waarneembaar, doch daarin bevinden zich evenwel plaatselijke ophoopingen van gangliencellen, welke, ofschoon niet regelmatig verdeeld, toch verkondigen tot de zijdestammen tot deelen van het centraalzenuwstelsel geworden zijn (Grube).

Een groot aantal van andere tusschenvormen ontmoet men in de orde der Chaetophoren zelve, namelijk in de groep der Kokerwormen. In de familien der Serpulaceën, der Terebellaceën en der Hermellaceën treft men allerlei graden aan van het nog gescheiden bestaan der beide helften van de buikzenuwketen, die hier echter altijd duidelijke zenuwknoopen en deze verbindende dwarse commissuren vertoonen. De geheele dubbele buikzenuwstreng verkrijgt daardoor een op een ladder gelijkend voorkomen. Bij *Serpula* (fig. 378) liggen de beide buikstrengen in de voorste ligchaamsafdeeling ver van elkander, maar in het achterste ligchaamsgedeelte naderen zij meer tot de middellijn. Op iets geringeren afstand van elkander liggen de beide buikstrengen bij *Sabella* en *Hermella*, en bij *Terebella* zijn hare voorste gedeelten tot een enkelen streng vereenigd, terwijl nog alleen de achterste gedeelten van elkander gescheiden en slechts door dwarscommissuren verbonden zijn.

Uit een en ander mag men derhalve veilig het algemeene besluit afleiden, dat de buikzenuwstreng, waar deze zich enkelvoudig vertoont, als door zamensmelting van twee zijdelingsche strengen ontstaan moet beschouwd worden, en dat die beide

Fig. 378.



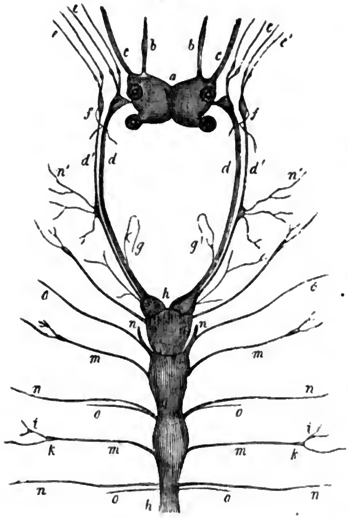
Zenuwstelsel van *Serpula fascicularis*. Naar QUATREFAGES.

a bovenslokdarmknoopen; *b*, *b* kieuwzenuwen; *c*, *c* verbindingstrengen; *d*, *d*, *d*, *d* knoopen van de buikzenuwstreng; *e*, *e* lipzenuwen.

strengen beantwoorden aan de beide zijdestammen der Trematoden en der Turbellariën.

De zamensmelting der ganglien heeft trouwens niet enkel in de overdwarse rigting plaats; zij kan ook, door verkorting en verdwijning der lengte-commissuren, in de overlangsche rigting geschieden, of, om zich juister uit te drukken, de afzonderlijke ganglien hebben zich, bij den groei des diers in de lengte, niet van elkander gedifferentieerd. Ten dien aanzien komen desgelijks allerlei trappen voor. Zeer dikwerf overtreft de onderslokdarm-zenuwmassa de daarachter volgende buikknoopen merkelijk in omvang, en dewijl gewoonlijk daaruit dan ook een grooter aantal van zenuwen haren oorsprong nemen, zoo mag men besluiten dat in dit geval de onderslokdarm-zenuwmassa door zamensmelting van twee of meer paren der voorste buikknoopen ontstaan is. Iets dergelijks geldt van het achterste gedeelte van de buikzenuwstreng der Hirudiniden, dat in of nabij den achtersten zuignap is gelegen. Schijnbaar bestaat dit uit een enkel groot langwerpig ganglion, maar de daaruit tredende zeven paren zenuwen bewijzen dat er even zoovele knoopenparen in bevat zijn, hetgeen ook door de ontwikkelingsgeschiedenis bevestigd wordt, welke leert dat op een zeker tijdstip van het embryo-leven de achterste zuignap uit zeven segmenten bestaat, die echter niet uitgroeijen, terwijl de daarvóór gelegene zich wel verlengen, waarbij tevens de hierin bevatte

Fig 379.



Zenuwstelsel van *Nereis regia*.. Naar QUATREFAGES.

a bovenslokdarmknoopen met de vier oogen op even zoo vele korte oogzenuwen; *b*, *b* zenuwen der kleine voeldraden; *c*, *c* zenuwen der groote buitenste voeldraden; *d*, *d* verbindingstreng; *d'*, *d'* stammen der lip- en voelerzenuwen; *e*, *e* zenuwen van de binnenste voelers; *e'*, *e'* zenuwen van de buitenste voelers; *f*, *f* ganglien der lipzenuwen; *g*, *g* oorsprong van het voedingszenuwstelsel; *h*, *h* buikzenuwstreng; *n*, *n*, *n*, *n* zenuwen der tusschenschotten; *n'*, *n'* zenuwen der spieren van den slurp; *m*, *m*, *m* zenuwen voor de voetjes; *o*, *o* zenuwen die van elken ring naar den daarvoorgaanden door het tusschenschot gaan.

knoopen zich van elkander verwijderen. (RATHKE).

Over het algemeen hangt de betrekkelijke lengte der lengte-commissuren af van de lengte der segmenten zelve. Waar deze laatste kort zijn, zoo als bij vele Nereiden (fig. 379), nog meer bij de Oligochaeten, *Lumbricus* en verwanten, liggen de knoopen zoo digt aaneen, dat men slechts aan zwakke insnoeringen en aan het ontspringen der zijdelingsche zenuwparen daaruit, hare aanwezigheid herkennen kan. Bij *Cirratulus* en *Clymenia* ontbreken zelfs de insnoeringen en vertoont zich de buikknoopenketen als een band met regte randen.

Bij de beoordeeling van dergelijke vormen moet men echter in het oog houden dat de buikzenuwstreng niet enkel bestaat uit de eigenlijke zenuwzelfstandigheid, namelijk zenuwcellen en zenuwvezelen, maar ook uit het tot de bindweefselzelfstandigheden behoorende neurileem. Dit omgeeft de buikzenuwstreng van buiten als eene

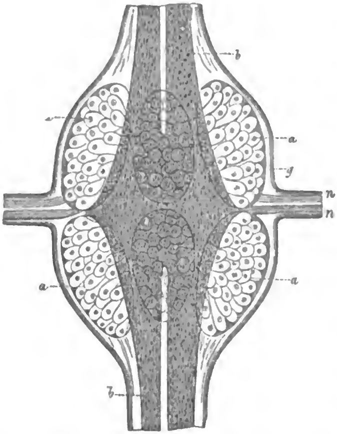
scheede en dringt daar bovendien in door om hulsels voor de groepen van gangliencellen te vormen. Deze neurileemscheede heeft niet zelden eene aanmerkelijke dikte en stevigheid. Verwijdert men haar, dan kan het gebeuren, — en dit is bij de beide laatst genoemde geslachten het geval, — dat de vroeger geheel onwaarneembare, overlangsche en dwarse commissuren te voorschijn komen. Opmerkelijk is het ook dat in deze neurileemschede bij Hiriduniden en bij *Lumbricus* spiervezelen zijn aangetroffen (Leydig). Ook bestaat bij eerstgenoemden elk der overlangsche commissuren niet enkel uit een dubbele streng van zenuwvezelen, maar tusschen die beiden in verloopt nog een derde dunnere zenuwstreng (*nervus intermedius*), die hier en daar door korte dwarsbalkjes met de beide andere in verband staat (Faivre, Leydig, Baudelot).

De buikzenuwstreng der Hirudiniden wordt schijnbaar nog door eene tweede, wijdere scheede omgeven, maar deze is niet anders dan de wand van den meer of minder wijden buiksinus (verg. bl. 385). Bij de soorten dezer orde wordt dus het centraaldeel des zenuwstelsels omspoeld door het bloed, bij de Chaetophoren daarentegen door het in de periviscerale holte bevatte ligchaamsvocht.

Tusschen beide orden bestaat ook nog een verschil ten opzigte van de wijze, waarop de gangliencellen in de centraaldeelen gerangschikt zijn. Bij de Hirudiniden is deze rangschikking eene zeer regelmatige (fig. 380 volg. bl.). In elk ganglion zijn een zeker getal van met gangliencellen gevulde, ronde of ellipsoidische kapsels bevat. De gangliencellen der Chaetophoren zijn daarentegen niet tot zulke duidelijk begrensde groepen vereenigd. Algemeen zijn de zenuwcellen voornamelijk opgehoopt in de naar buiten toe gekeerde gedeelten, derhalve in de bovenslokdarmknoopen aan de rug-, in de buikknoopen aan de buikzijde.

Gedaante en grootte der knoopen bieden vele verschillen aan. De grootte is altijd in verhouding tot die der deelen welke er zenuwen uit ontvangen. Inzonderheid in de bovenslokdarmknoo-

Fig. 380.



Een der buikknoopen van *Clepsine*, vergroot. Naar Baudelot. *a a* kapsels met ganglieneellen; *b b* overlangsche verbindingstrengen; *n n* dwarse zenuwen; *g* neurileemscheede.

pen treft men zulke verschillen aan. Zelden (bij *Arenicola*, *Enchytraeus*) zijn deze tot een enkelvoudigen knoop versmolten. Zeer dikwijls echter liggen de beide knoopen onmiddellijk tegen elkander aan, alleen door eene groeve gescheiden. Hetzelfde geldt van de onderslokdarmknoopen, en somtijds (bij de Hirudiniden) vormen deze met de bovenslokdarmknoopen slechts eene enkele ringvormige zenuwknoopenmassa, waardoor de slokdarm heengaat. Bij de Chaetophoren zijn daarentegen meestal duidelijke commissuren tusschen de boven en onder den slokdarm gelegen knoopen, en bij eenigen (*Lumbricus, Nereis*) wil men waargenomen hebben, dat deze dubbel zijn (Leydig, Quatrefages). Indien dit zoo is, dan kan men daarin echter bezwaarlijk eene toenadering zien tot het dubbel zijn van den zenuwring der Gasteropoden (bl. 525), die het gevolg is van de verkorting der commissuren, waardoor aldaar het protoganglion zamenhangt met het deutoganglion en het tritoganglion. Blijkbaar zijn wel is waar de bovenslokdarmknoopen der Wormen volkomen vergelijkbaar bij het protoganglion der Weekdieren, maar tusschen de beide andere genoemde hoofdcentraaldeelen van dezen en de

knoopen van den buikzenuwstreng, waarvan de voorste de onderslokdarmzenuwmassa zamenstellen, laat zich moeilijk eene paralel trekken. Hoogstens zoude het deutoganglion daartoe in aanmerking kunnen komen.

Nog stippen wij hier aan, dat bij onderscheidene Chaetophoren door Leydig en Claparède in de buikzenuwstreng aan hare rugzijde, een of twee buizen zijn aangetroffen die merkelijk dikker dan de eigenlijke zenuwvezelen zijn. Ook in zenuwtakjes die zich in de cirri verbreiden, is door laatstgenoemden 1) zulk een wijdere buis te midden der zenuwvezelen gezien.

Wat het peripherische zenuwstelsel betreft, zoo ontspringen uit de bovenslokdarmknoopen de zenuwen voor de aan het kopsegment geplaatste zintuigen, voeldraden, oogen, gehoororgaan. Talrijk zijn zij vooral bij de Chaetopoden. Waar de voeldraden in kieuwen veranderd zijn (*Serpulacea*), worden de voeldraadzenuwen (*nervi antennulares*) tot kieuwzenuwen.

Uit de onderslokdarmzenuwknoopen komen de zenuwen van het mondsegment en zijne deelen, de lipzenuwen (*nervi labiales*) en voelerzenuwen (*nervi tentaculares*). Aan dezen worden dikwerf knoopachtige aanzwellingen waargenomen.

Uit de buikknoopen ontspringen de dwarse of zijdelingsche zenuwen (*nervi transversales s. laterales*, fig. 378, 379, 380). Zij zijn dubbel, hetzij dat zij als twee gescheiden zenuwen te voorschijn komen of zich eerst later vorksgewijs verdeelen. Bij de Hirudiniden ontspringen zij boven elkander, eene aan de rug- en eene aan de buikzijde. Beide zenuwen vertakken zich in den huidspierzak. In de takken der buikzenuw bevinden zich hier en daar knoopachtige aanzwellingen. Bij de Chaetopoden gaat de voorste of zwaarste der beide zenuwen naar de voetstompjes en zwelt ook aan de basis van dezen tot een klein ganglion aan.

Als voedingszenuwstelsel worden door velen beschouwd eenige zenuwdraden en zich daaraan vormende ganglien, die

1) *Les Annélides chétopodes du golfe de Naples* p. 76.

hunnen oorsprong nemen hetzij uit de bovenslokdarmknoopen of uit de daarvan uitgaande commissuren (fig. 379 *g*), en welker takken zich in het voorste gedeelte van den slokdarm verbreiden. Reeds bij sommige Turbellarien en Trematoden komen aanduidingen hiervan voor; meer ontwikkeld is dit stelsel bij de Bloedzuigers, waar het door BRANDT ontdekt is, maar het bereikt zijne grootste ontwikkeling bij de van eenen uitstulpbaren slokdarm (zoogenaamden slurp) voorziene Chaetophoren, waar het vooral door QUATREFAGES uitvoerig is nagegaan. Dit slokdarmzenuwstelsel, ofschoon tot de voeding, met name tot de opneming en aanvankelijke vertering der spijs, in eenig verband staande, kan echter niet als het analogon van den *nervus sympathicus* worden beschouwd. Eene met deze laatste vergelijkbare zenuw is tot dusver alleen met waarschijnlijkheid bij eenige Hirudiniden bekend. Bij hen komt namelijk eene onparige, onder of bijna in den wand van het spijsverteringskanaal verloopende zenuw voor. De hoofdstam ligt dus in de middellijn, tusschen den maagdarm en de buikzenuwstreng, en geeft zijdelingsche takken af, met hier en daar knoopachtige aanzwellingen (BRANDT, FAIVRE, LEYDIG). Het verband, waarin deze zenuw staat tot het overige zenuwstelsel, is echter nog niet duidelijk aangewezen.

153. Oppervlakkig beschouwd, heeft het zenuwstelsel der Gephyreën veel overeenkomst met dat der in de vorige paragraaf behandelde dieren. De centraaldeelen bestaan namelijk even als bij dezen uit een zenuwring en een daarvan uitgaande buikstreng. Toch leert een nader onderzoek dat die overeenkomst zich slechts tot de uitwendige gedaante bepaalt, en dat de Gephyreën, even gelijk in andere opzigten (verg. bl. 391, 393, 410), ook in hun zenuwstelsel eenige toenadering tot de Echinodermen vertoonen. Denkt men zich van de aldaar aanwezige vijf radiale zenuwstammen vier weg, en men heeft ongeveer eene voorstelling van het maaksel van het zenuwstelsel der Gephyreën.

Intusschen bestaan er ten dien aanzien bij de onderscheidene

geslachten nog tamelijk groote verschillen. De zenuwring is bij de meesten wel is waar een slokdarmring, die tamelijk wijd bij de Echinoiden en Sipunculiden, zeer naauw bij *Priapulus* en *Halicryptus* is; maar bij *Bonellia* (en vermoedelijk ook bij *Thalassema*) kan die ring ter naauwernood meer den naam van slokdarmring dragen. Zij is hier buitengewoon lang en wordt gevormd door twee, op de hoogte van den mond, van de buikstreng uitgaande strengen, die den zeer langen snuit of slurp intreden (fig. 298 bl. 377) en tot aan het vooreinde der beide lobben loopen, waarin dit orgaan zich splitst. Daar buigen zij zich lisgewijs achterwaarts om, en, aangekomen op de plaats waar de lobben zich scheiden, gaan zij in elkander over en sluiten zoo den ring (LACAZE-DUTHIERS). Op dit geheele beloop worden de beide lisvormige takken van den ring vergezeld door de beide takken van het rugvat, die, na lissen in de beide lobben gemaakt te hebben, zich tot het buikvat vereenigen (verg. bl. 392).

Bij de meeste geslachten (*Echiurus*, *Priapulus*, *Bonellia*) ontbreekt in dezen zenuwring eene zenuwknoopachtige aanzwelling. Bij *Sipunculus* en *Sternaspis* komt echter daarin een kleine bovenslokdarmknoop voor, die bij eerstgenoemd geslacht van achteren voorzien is van kleine, vingervormige aanhangsels, welker beteekenis nog raadselachtig is (KEFERSTEIN).

Ook de buikstreng is geheel eigendommelijk. Zij bestaat niet uit twee zijdelingsche helften, maar is enkelvoudig en vertoont geene of (bij *Echiurus*) slechts onduidelijke knoopachtige verdikkingen. Aan haar achtereinde zwelt zij bij *Sipunculus* en *Sternaspis* echter eenigzins aan. Gewoonlijk ligt zij vrij tegen den buikwand van den huidspierzak aan, zoodat zij dadelijk bij het openen van dezen en zelfs door de dikwerf doorschijnende bekleedselen heen als een witachtige streep zigtbaar is; maar bij *Priapulus* ligt zij tusschen de huid en de spierlaag verborgen (EHLERS).

Uit de buikstreng ontspringen talrijke zijdelingsche zenuwen, die zich in den huidspierzak vertakken. Meestal komen zij links en regts op gelijke hoogte daaruit te voorschijn, maar bij eenige

Sipunculiden (*Phascolosoma*) zag KEFERSTEIN de linksche en regtsche zenuwen afwisselend ontspringen, hetgeen aan de geheele streng een zigzagachtig voorkomen geeft (fig. 297 bl. 376).

Ook het neurileem biedt in deze orde eenige eigendommelijkheden aan, die nog niet ten volle opgehelderd zijn. De buikstreng wordt namelijk omgeven van eene dubbele scheede, die zich ook over de zijdezenuwen voortzet. De binnenste plaat dezer scheede, het eigenlijke neurileem, ligt onmiddellijk tegen de buikstreng aan. De buitenste is daarvan door eene ruimte gescheiden, die cellen bevat. KROHN meende daarin een dergelijken bloedsinus te herkennen, als ook bij Hirudiniden de buikstreng omgeeft. Een verband met het bloedvaatstelsel is echter niet aangewezen, en zoo blijft die beteekenis zeer twijfelachtig (KEFERSTEIN en EHLERS, LEYDIG).

GELEDE DIEREN.

154. Ofschoon de Gelede dieren zich in andere punten van hun maaksel tamelijk ver van de zoogenaamde Ringwormen verwijderen, bieden zij ten aanzien van hun zenuwstelsel toch eene in het oog loopende toenadering tot dezen aan. Even als bij hen bestaan de centraaldeelen van het voor gevoel en beweging dienende zenuwstelsel uit twee boven den slokdarm gelegen knoopen en een aan de buikzijde verloopende keten van knoopen, waarvan de voorste met de eerstgenoemde knoopen door commissuren verbonden zijn en zoo een slokdarmring vormen. De bovenslokdarmknoopen (*ganglia supra-oesophagea*, *protoganglion*) worden ook hier dikwerf met den naam van h e r s e n e n of van h e r s e n k n o o p e n (*ganglia cerebralia*) bestempeld; anderen geven dien naam echter aan de vereeniging der boven- en onderslokdarmknoopen, derhalve aan den geheelen slokdarmring. De zoogenaamde onderslokdarmknoopen (*ganglia infra oesophagea*) zijn echter niet anders dan de voorste knoopen van de buikketen. Deze laatste wordt dikwerf ook b u i k m e r g genoemd.

Hoewel nu zonder eenigen twijfel de voorste boven den slok-

darm gelegen ganglien, in vereeniging met de buikknoopenketen, voor zoo ver de verrigting betreft, geheel aan het hersen-ruggemerg (*myencephalon*) der Gewervelde dieren beantwoorden, zoo is toch het geheele organisatieplan in beide afdeelingen te verschillend, om gelijke namen te gebruiken ter aanduiding van in morphologisch opzigt niet geheel aequivalente deelen.

Vergelijkt men de talrijke vormen, die in de groote groep der Gelede dieren vereenigd zijn, zoowel onderling als met de Ringwormen, dan bespeurt men dat, hoe menigvuldig de wijzigingen ook zijn, welke in het maaksel van het zenuwsteisel optreden, deze toch alle van denzelfden aard zijn als die welke wij boven (bl. 547) reeds bij beschouwing der laatste groep hebben leeren kennen. Die wijzigingen bepalen zich vooral tot de betrekkelijke grootte der afzonderlijke ganglien, hun aanta en de lengte der hen verbindende commissuren.

De betrekkelijke grootte der afzonderlijke ganglien wordt bepaald door twee omstandigheden. Vooreerst: door den omvang der deelen, die daardoor met zenuwen verzorgd worden, en bijgevolg door het aantal en de sterkte der daaruit haar oorsprong nemende zenuwen. In de tweede plaats door het al of niet zamensmelten van twee of meer elders gescheiden, d. i. door commissuren verbonden enkelvoudige knoopen tot een enkelen grooteren zamengestelden knoop. Streng genomen zijn wel is waar de zenuwknoopen van het centraalzenuwstelsel nergens geheel enkelvoudige centraaldeelen, in dien zin namelijk dat daaruit slechts zenuwen voor een enkel orgaan en van gelijke werking, d. i. hetzij enkel gevoels- of bewegingszenuwen, zouden ontspringen. Men kan echter als enkelvoudige knoopen zoodanige beschouwen die behooren tot bepaalde segmenten. Doch ook in dien zin genomen, is er geen enkel Geleed dier, waarin het centraalzenuwstelsel alleen uit zulke enkelvoudige knoopen bestaat, want bij allen is het getal der segmenten grooter dan dat der knoopen of juister der knoopenparen, die overlangs in het ligchaam gelegen zijn. Ten dien aanzien nu

bestaan evenwel alle mogelijke graden van zamensmelting van zenuwknoopen tot grootere of kleinere zenuwmassa's. Deze concentratie, die ook reeds in de groep der Ringwormen wordt opgemerkt (bl. 551) grijpt in die der Gelede dieren in nog verhoogde mate plaats. Toch is het er verre af, dat in dit opzigt alle Gelede dieren boven alle Ringwormen zouden staan.

Het zal beneden blijken dat er ook onder eerstgenoemden eenigen zijn, waarin de buikzenuwstreng nog uit twee gescheiden, alleen door dwarse commissuren laddersgewijs verbonden helften bestaat; en ook in die gevallen, waar oogenschijnlijk eene volkomen zamensmelting in de middellijn plaats heeft, leert een naauwkeurig onderzoek meestal, dat in die strengen linksche en regtsche ganglien nevens elkander gelegen en door een gemeenschappelijk neurileem overdekt zijn, terwijl zeer korte dwarscommissuren de wederzijdsche ganglien verbinden.

Het is vooral in de zamensmelting der ganglien in de overlangsche rigting, dat zich bij de Gelede dieren de voortzetting van het bij de Wormen begonnen concentratie-proces openbaart. Die zamensmelting heeft tot natuurlijk gevolg dat de ganglien, die de buikketen zamenstellen, in getal af- maar in grootte toenemen.

Het is meer dan waarschijnlijk dat met die meerdere concentratie der zenuwmiddelpunten ook het bewustzijn meer gecentraliseerd wordt. Werkelijk gaat daarmede dan ook in het algemeen eene hoogere ontwikkeling, ook in andere opzigten, gepaard. Dat dit zoo is, leert inzonderheid eene vergelijking van het zenuwstelsel der larven met dat der volvormde dieren. In den regel bestaat dat der eersten uit een grooter getal afzonderlijke, d. i. door lengte-commissuren verbonden knoopen dan dat der laatsten, en, indien men de elkander opvolgende larven-toestanden onderzoekt, dan bevindt men dat allengs de lengte-commissuren zich verkorten en eenige der ganglien door onderlinge vereeniging tot grootere worden. Dit geschiedt hoofdzakelijk in eene voorwaartsche rigting, en wanneer de concentratie haren hoogsten trap bereikt heeft (bij Krabben, Spinnen),

dan zijn al de knoopen uit de achterste ligchaamsafdeeling verdwenen en wordt de buikketen nog alleen vertegenwoordigd door een enkele groote zenuwmassa, die in de daarvoor gelegen afdeeling, in de borst of kopborst, is gelegen. Juister ware het intusschen welligt te zeggen, dat de concentratie althans in sommige gevallen in twee rigtingen heeft plaats gehad, d. i. van achteren naar voren en van voren naar achteren, namelijk daar (bij de Krabben) waar zulk een enkele groote borstknoop door buitengewoon lange commissuren met de bovenslokdarmknoopen zamenhangt, en bij gevolg de slokdarmring zeer wijd is.

In het algemeen staat ook de zamenstelling van de buikknoopenstreng in verhouding tot de ligchaamssegmentatie. Naarmate het ligchaam een grooter getal van homonome segmenten telt, is het getal der buikknoopen grooter. Zoo b. v. is dit zeer aanzienlijk bij de Myriapoden. Met de heteronomie der zich tot bijzondere ligchaamsafdeelingen vereenigende segmenten, neemt het getal der buikknoopen af, maar hunne grootte toe.

Wat het peripherische zenuwstelsel betreft, zoo ontspringen uit de bovenslokdarmknoopen de zenuwen die bestemd zijn voor de aan den kop geplaatste zintuigen, namelijk de oogen en de sprieten of de daarmede morphologisch aequivalente deelen (verg. bl. 151).

Uit de voorste der buikknoopen, de zoogenaamde onderslokdarmknoopen, komen de zenuwen voor de monddeelen. De voor de huid, de spieren en de ledematen van den tronk bestemde zenuwen hebben hare wortels in de overige buikknoopen, ook dan wanneer zij, gelijk soms het geval is, schijnbaar haren oorsprong uit de lengte-commissuren nemen.

Het schijnt dat typisch uit elk enkelvoudig buikganglion ter weerzijde twee zenuwen komen, die echter dikwijls reeds aan hunnen oorsprong tot een enkelen stam vereenigd zijn. Volgens onderzoekingen van NEWPORT 1) aan *Scorpio*, *Scolopendra* en

1) *Philosophical Transactions*, 1834, p. 406, 1843.

eenige Insekten, zoude de eene dezer zenuwen de bewegingszenuw, de andere de gevoelszenuw zijn. De bewegingszenuw zoude haren wortel hebben in het bovenste d. i. het ruggedeelte, de gevoelszenuw in het onderste of buikgedeelte van het ganglion. Er zoude derhalve hier juist de omgekeerde verhouding plaats hebben als bij de Gewervelde dieren (Dl. II, 2[de] afd. bl. 454). Dit is vervolgens bevestigd door VALENTIN 1) aan *Astacus*, door LONGET aan *Palinurus*, door FAIVRE 2) aan *Dytiscus*. Ook LEYDIG 3) zag bij verscheidene Insekten de zijdezenuwen met twee wortels, een bovensten en een ondersten, ontspringen, terwijl ook het fijnere maaksel der bovenste en onderste zenuwen eenigszins verschilt. Toch mag men dezen verschillenden oorsprong der bewegings- en der gevoelsdraden uit bijzondere gedeelten van het ganglion nog niet als uitgemaakt beschouwen. Andere onderzoekingen, namelijk die van OWSJANNIKOW 4) aan *Homarus*, van VULPIAN 5) en van LEMOINE 6) aan *Astacus*, zijn daarmede in strijd.

Behalve het voor gevoel en beweging dienende zenuwstelsel, bezitten de Gelede dieren nog een voedingszenuwstelsel. Men onderscheidt daarvan nog twee afdeelingen, waarvan de eerste met de bovenslokdarmknoopen, de tweede met de knoopen der buikzenuwketen in middellijk of regtstreeksch verband staat. De kopafdeeling *(systema stomatogastricum)* van dit voedingszenuwstelsel, waaraan men nog een gepaard en een ongepaard gedeelte onderscheidt, is vergelijkbaar met het slokdarmzenuwstelsel der Ringwormen (bl. 555), met het uit de buccaalganglien ontspringende stelsel der Mollusken (bl. 527, 535) en den *nervus vagus* der Gewervelde dieren. De tweede afdeeling die, naar het schijnt, in geen regtstreeksch

1) *De functionibus nervorum cerebralium et nervi sympathici*. Bern 1839.
2) *Annales des sciences naturelles. Zool.* 1864, 5me série, I. p. 89.
3) *Vom Bau des thierischen Körpers. Handb. d. vergl. Anatomie*. Tübingen 1864, I. p. 196.
4) *Annal. d. scienc. natur. Zool.* 1861, 4me sér. XV. p. 138.
5) *Physiologie du système nerveux*, p. 773.
6) *Annal. d. scienc. natur.*, 1868, 5me sér. IX. p. 149.

verband met de eerste staat, kan geacht worden te beantwoorden aan het sympathische stelsel der laatstgenoemden.

Overigens merkt men in de afzonderlijke groepen der Gelede dieren nog eenige bijzonderheden in het maaksel des zenuwstelsels op, die wij nog kortelijk zullen beschouwen.

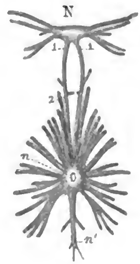
155. In de klasse der Crustaceën biedt het zenuwstelsel, even trouwens als de overige organenstelsels, grootere verschillen aan dan in eene der andere klassen.

Ten aanzien der bovenslokdarmknoopen (*protoganglion*) wordt algemeen de regel bevestigd dat deze betrekkelijk des te grooter zijn, naar mate de aan den kop geplaatste zintuigen, die door hen van zenuwen voorzien worden, meer ontwikkeld zijn. Slechts zeer zelden (bij *Balanus*, sommige parasitische Copopoden) schijnen zij als bijzondere aanzwellingen van den slokdarmring geheel te ontbreken. Zeer sprekend is in dit opzigt het verschil tusschen zulke Amphipoden (b. v. *Hyperia*, *Phronima*), die zeer groote oogen en dienovereenkomstig ook groote, gelobde bovenslokdarmknoopen, en andere Amphipoden (b. v. *Talitrus*), die zeer kleine oogen en dan ook kleine slokdarmknoopen hebben. In den regel liggen beide knoopen digt tegen elkander aan, zoodat zij zich slechts door eene groeve gescheiden vertoonen. Somtijds (bij *Limulus* (fig. 383 bl. 565), verscheidene Copepoden) is de versmelting van beide knoopen tot eene enkele zenuwmassa nagenoeg volkomen en blijkt het alleen bij een zeer zorgvuldig onderzoek, dat ook hier nog eene scheiding in twee hoofdlobben bestaat. Zijn daarentegen de kopzintuigen sterk ontwikkeld, gelijk bij vele Isopoden, Amphipoden, Decapoden, dan neemt men aan elken slokdarmknoop nog bijzondere aanzwellingen ter plaatse van den oorsprong der zintuigzenuwen, inzonderheid der gezigtzenuwen, waar. Door deze plaatselijke aanzwellingen, die elk voor zich als een ganglion kunnen beschouwd worden, wordt dan ook de algemeene gedaante der bovenslokdarmzenuwmassa gewijzigd.

Fig. 381.



Fig. 382.



Zenuwstelsel van *Carcinus moenas*. Naar Milne Edwards.

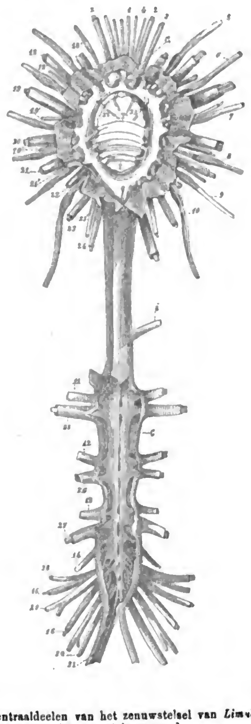
N bovenslokdarmknoop; 1, 1 verbindingsstrengen, bij 2 door een dwarscommissuur onder den slokdarm verbonden; *n* vereenigde zenuwknoopenmassa in den cephalothorax; *n'* eindstreng.

In de lengte der commissuren, waardoor de bovenslokdarmknoopen met de voorste der buikknoopen verbonden zijn, bestaan zeer aanmerkelijke verschillen. Zeer lang zijn zij algemeen bij de op den hoogsten trap staande Crustaceën, de Decapoden (fig. 381 en 382) en Stomatopoden; maar ook bij de Cirripedien (fig. 385 bl. 567) bereiken zij eene aanmerkelijke lengte. In beide eerstgenoemde orden heeft men in vele gevallen (bij *Astacus*, *Homarus*, *Palinurus*, *Carcinus*, *Squilla*) nog een dwarse commissuur tusschen de beide lengtecommissuren ontdekt (fig. 382), zonder dat op de punten van zamenhang der beiderlei commissuren zich ganglien be-

Zenuwstelsel van *Palaemon*. Naar Milne Edwards.

N bovenslokdarmknoop; *n* knoopen in den cephalothorax; 1—6 knoopen in het achterlijf.

Fig. 383.



vinden. Men kan aannemen dat in dit geval de aan die commissuren beantwoordende knoopen zich met de daarachter gelegene vereenigd hebben. Hiermede niet te verwarren zijn de door VAN DER HOEVEN het eerst waargenomen dwarse commissuren, die zich in den naauw sluitenden slokdarmring van *Limulus* (fig. 383 T) van links naar regts onder den slokdarm uitstrekken, en welker aantal van 4 tot 8 en zelfs 9 kan bedragen (ALPH. MILNE-EDWARDS). De slokdarmring bestaat hier namelijk geheel uit onderling versmolten ganglien, t. w. de beide bovenslokdarmknoopen en acht paren borstknoopen. Lengtecommissuren ontbreken in dien slokdarmring geheel, en de dwarse commissuren zijn dus ware ganglien-commissuren.

Centraaldeelen van het zenuwstelsel van *Limulus Polyphemus*. Naar ALPH. MILNE-EDWARDS. Het slagaderlijk hulsel is geopend.

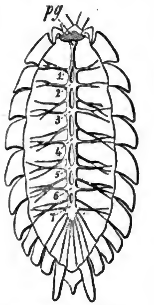
G bovenslokdarmknoopen; C buikketen; T dwarscommissuren in den slokdarmring; 1 zenuwen voor de enkelvoudige oogen; 2 zenuwen voor de zamengestelde oogen; 3,4 voorhoofds-huidzenuwen; 5—10 huidzenuwen uit het voorste, aan de vorming van den slokdarmring deelnemende, gedeelte van de buikketen; 11—16 zenuwen uit het achterste gedeelte van de buikketen, gaande naar de huid en de spieren; 18—22 zenuwen der kaakpooten; 18′—22′ takjes naar de nabarige spieren; 23 zenuwen der kamvormige aanhangsels; 24 zenuwen van het kieuwdeksel; 26—29 kieuwzenuwen; 30 spierzenuwen van het staartaanhangsel; 31 zijdelingsche staartzenuw; 33 *nervi stomato-gastrici*; 34 *nervi pharyngeales*; *i* onderste darmslagader.

Eene dergelijke concentratie, waarbij het rug- en het buikgedeelte tot eene zamenhangende zenuwmassa wordt, waardoor de slokdarm heengaat, wordt ook aangetroffen bij de meeste Copepoden. Bij eenigen (*Cyclopinae*, *Corycaeinae*) is die slokdarmring het eenige centraaldeel, maar bij anderen (*Calaninae*) sluit zich daaraan een uit zeven ganglien bestaande buikketen. Ook bij *Limulus* volgt op den genoemden slokdarmring nog een zich in het achterligchaam uitstrekkende buikketen van digt aaneen gesloten liggende en zoo een enkele streng vormende ganglien, welker lengte-commissuren slechts bij naauwkeurig onderzoek herkend worden.

Reeds hieruit blijkt dat ook het buikgedeelte van het centrale zenuwstelsel verschillen aanbiedt. Als in het algemeen nog op den laagsten trap van concentratie staande kan de buikknoopenketen der Phyllopoden worden beschouwd. Hier vertoont zich hare zamenstelling uit twee zijdelingsche strengen, welke onderling op de plaatsen der ganglien laddersgewijs door dwarscommissuren verbonden zijn, even duidelijk als bij sommige Kokervormen (bl. 351). Met het getal der segmenten neemt dat der ganglienparen toe. Bij *Apus* bedraagt dit 60, waarvan de voorste ver van elkander verwijderd, de achterste digter opeen liggen. Andere soorten (*Artemia*, *Limnadia*) hebben een geringer aantal, 11—12. Nog geringer, namelijk 5, is het bij de kleinere, met de Phyllopoden verwante, *Daphnia*.

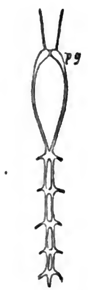
In de orden der Isopoden en Amphipoden vertoont zich de dubbelheid van de buikknoopenketen nog dikwijls daaraan, dat de knoopen der beide helften wel is waar digt tegen elkander aanliggen, maar de hen verbindende lengte-commissuren overlangs gescheiden zijn, in dier voege dat de geheele streng toch nog laddervormig is (fig. 384 en 385). Het getal der afzonderlijke knoopen-paren regelt zich in het algemeen naar dat der segmenten, maar blijft steeds daar beneden. Bij de Isopoden bedraagt het gewoonlijk 7—8, maar het laatste ganglion bestaat duidelijk uit eene zamensmelting van eenige kleinere knoopen (fig. 384). Het getal der

Fig. 384.



Zenuwstelsel van *Oniscus murarius*. Naar BRANDT. *pg* bovenslokdarmknoop; 1—7 buikknoopen.

Fig. 385.



Zenuwstelsel van *Anatifa laevis*.

gescheiden knoopenparen, bij de Amphipoden is gewoonlijk grooter, tot 12 toe. Ook het voorste der borstganglien is, blijkens de daaruit ontspringende zenuwen, meestal een zamengestelde knoop.

Dat met de verkorting en zamensmelting van zekere segmenten ook eene verkorting van de buikketen en eene zamensmelting van de aan die segmenten behoorende ganglien gepaard gaat, blijkt duidelijk bij de Cirripedien. Bij de Balaniden wordt de geheele buikketen door een enkele, betrekkelijk groote knoop vertegenwoordigd. Bij de Lepadiden (fig. 385) bestaat de buikketen daarentegen uit een vijftal kleinere knoopen, die door korte, gescheiden lengte-commissuren verbonden zijn.

Dergelijke verschillen treden nu nog sprekender op in de orde der *Podophthalmata*. Met de meerdere concentratie der voorste ligchaamsafdeeling en den teruggang der segmenten van het na-achterlijf, houdt de meerdere voorwaartsche concentratie van de buikzenuwketen gelijken tred. Onder de Stomatopoden heeft *Squilla* een buikketen van 10 ganglien, waarvan het voorste, merkelijk grootere, uit minstens 3 paar enkelvoudige ganglien bestaat. Bij de *Decapoda macrura* bedraagt het getal der buikknoopenparen gewoonlijk 12, maar ook hier zijn de voorste 6 de grootste, en eenige daarvan versmelten (bij *Palinurus*, *Palaemon*) tot grootere zenuwmassa's (fig. 381). In de groep der *Anomura* gaat met den teruggang van het na-achterlijf ook

eene vermindering van het aantal der buikknoopen gepaard. Eindelijk bij de *Brachyura* zijn al de buikknoopen zamengesmolten tot een enkele groote zenuwmassa, waaruit straalsgewijs de zenuwen voor de borst en het geheele achterlijf ontspringen (fig. 382 bl. 564). Soms (bij *Carcinus Moenas*) is daarin eene opening voor een slagaderstam.

Het dubbele voedingszenuwstelsel, namelijk dat hetwelk met de bovenslokdarmknoopen, en datgene hetwelk met de buikketen in verband staat, is reeds bij verscheidene Crustaceeën uit de orden der Cirripedien, der Phyllopoden, der Stomatopoden, der Decapoden, alsmede bij *Limulus*, aangewezen. Als een tamelijk doorgaande regel bevindt men dat de beide zijdelingsche strengen of zenuwen, waarmede het voorste gedeelte (*systema stomato-gastricum*) ontspringt, niet, zooals bij de Arachnoiden en Insekten, uit de bovenslokdarmknoopen maar uit de daarvan uitgaande commissuren komen. Bij de Decapoden voegt zich daarbij echter nog een onparige zenuw (*nervus medianus s. recurrens*), die met de bovenslokdarm-zenuwmassa op twee plaatsen, namelijk aan hare voor- en aan hare achtervlakte, door daaruit ontspringende strengen verbonden is. De uit de commissuren ontspringende gepaarde zenuwen vormen een vlecht, waarin ook de onparige treedt. Uit deze vlecht en uit de zenuwen zelve komen takjes die zich over den slokdarm, de maag en de lever verbreiden en plaatselijk tot kleine knoopen aanzwellen, waarvan de voornaamste en standvastigste zijn: de voorhoofdsknoop (*ganglion frontale*), die zeer klein, en de iets grootere maagknoop (*ganglion stomato-gastricum*), welke tusschen de voorste spieren der maag is gelegen. Ook bij *Limulus* komt zulk een knoop op de maag voor. Bij hetzelfde dier loopt over de geheele lengte van het hart een door VAN DER HOEVEN ontdekte zenuw, waaraan, volgens ALPH. MILNE-EDWARDS 1), zich

1) *Ann. des scienc. natur. Zool.* 1873, 5me sér. T. XVII.

plaatselijk knoopachtige aanzwellingen bevinden op de hoogte van elk paar spleten, die zich in dit orgaan openen (verg. bl. 442).

Omtrent de achterste afdeeling van het voedingszenuwstelsel, het eigenlijke sympathische stelsel, bestaan nog twijfelingen. Bij de Cirripedien (Balaniden) zouden uit den buikknoop in het midden een zenuw voor de maag en zijdelings twee zenuwen ontspringen, die in de door de voorste afdeeling van het voedingszenuwstelsel gevormde vlechten treden (Darwin). Zulk een zamenhang der beide afdeelingen van het voedingszenuwstelsel, der voorste en der achterste, is elders niet waargenomen. Bij de Kreeften, waar de achterste afdeeling het zorgvuldigst onderzocht is (Krohn, Lemoine), ontspringt uit het achtereinde van het achterste ganglion der buikketen een zenuw, die zich weldra in twee takken splitst, waarvan de eene zich achterwaarts langs den endeldarm naar den aars, de andere langere tak zich voorwaarts naar den darm wendt en verder langs de onderzijde van dezen loopt tot op de hoogte van het hart, terwijl zij onderweg takjes aan het darmkanaal en waarschijnlijk ook aan de voorttelingsorganen afgeeft. Als een schijnbare *nervus sympathicus* vertoonen zich bij *Limulus* twee zijdelingsche zenuwstammen, die evenwijdig met de buikknoopen-keten en daarmede door dwarstakken verbonden, op eenigen afstand van deze, loopen en aan haar achtereinde elk een zenuwknoopachtige aanzwelling hebben. Daar echter de uit die stammen komende zenuwtakjes zich in de huid en de buikspieren verbreiden, behooren zij niet tot het voedingszenuwstelsel. Daarentegen moeten daartoe gerekend worden eenige fijne zenuwdraden, die met den uit het achtereinde der buikketen komende zenuw zamenhangen, zich over de wanden van den darm verbreiden en in de nabijheid van den aars zich tot een ganglion vereenigen (Alphonse Milne-Edwards).

Ditzelfde dier biedt nog eene opmerkelijke bijzonderheid aan in de verhouding van het zenuwstelsel tot het bloedvaatstelsel, welke wij niet geheel met stilzwijgen mogen voorbijgaan. Al

de centraaldeelen, d. i. de slokdarmring en de buikknoopenketen, zouden namelijk (zie fig. 383 bl. 565) bevat zijn in een grooten, door vliezige wanden (een soort van buitenste neurileemscheede) begrensden sinus, die zijn bloed regtstreeks uit het hart ontvangt; en ook het groote meerendeel der daaruit tredende zenuwen (o. a. die naar de pooten) zoude binnen in daarvan uitgaande kokers, als het ware in de holte van slagaders, gelegen zijn (ALPH. MILNE-EDWARDS). Zulk eene verhouding, die eenigermate de Hirudiniden herinnert (verg. bl. 553), waar ook de buikzenuwstreng in een bloedsinus gelegen is, is tot dusverre bij geene andere Arthrozoën bekend, tenzij men eenige door LEYDIG 1) betreffende *Asellus aquaticus* en een paar Myriapoden medegedeelde waarnemingen als daarop duidende beschouwen wil.

156. Het zenuwstelsel der Arachnoiden sluit zich in het algemeen na aan dat der Crustaceën. De meeste der bij dezen opgemerkte verschillen worden ook hier aangetroffen en als het ware herhaald. Echter ontbreken daaronder vormen met eene volkomen laddersgewijze zamenstelling der buikketen uit twee strengen, gelijk in de orde der Phyllopoden voorkomen. Evenmin ontmoet men onder de Arachnoiden soorten met zoo lange commissuren, waardoor de bovenslokdarmknoopen met de buikketen zamenhangen, als bij vele Crustaceën bestaan. Beide afdeelingen van het centraal-zenuwstelsel liggen integendeel in den regel digt bij elkander, zoodat de genoemde commissuren hetzij zeer kort zijn of zelfs geheel ontbreken; iets dat trouwens, gelijk boven vermeld is, ook bij sommige Crustaceën het geval is.

De grootte der bovenslokdarmknoopen wordt in deze klasse, minder dan in die der Crustraceën en der Insekten, bepaald door die der oogen, welke steeds klein en enkelvoudig zijn, dan door de grootte der bovenkaken. Dat deze laatsten gemetamorphoseerde sprieten zijn, wordt bewezen door den oorsprong

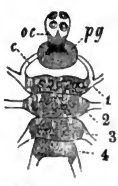
1) *Handb. d. Vergl. Anat.* p. 213. Hier schijnt echter alleen aan den aderlijken buiksinus te kunnen gedacht worden.

harer zenuwen uit de bovenslokdarmknoopen. Bij *Galeodes*, die buitengewoon groote kaken heeft, bereiken ook de bovenslokdarmknoopen den betrekkelijk aanmerkelijksten omvang. Gemeenlijk liggen beide knoopen digt tegen elkander aan; bij de Tardigraden (Greeff) zijn zij echter door een dwarsband verbonden, en bij *Linguatula* is (als bij sommige parasitische Copepoden onder de Crustaceeën) die dwarsband alleen overig, terwijl eigenlijke bovenslokdarmknoopen ontbreken (Leuckart).

De buikketen der Arachnoiden biedt onderscheidene graden van concentratie der haar zamenstellende deelen aan. Bij de Tardigraden zijn de lengtecommissuren, waardoor de vier buikknoopen verbonden worden, duidelijk dubbel, ongeveer als bij verscheidene Isopoden en eenige Cirripedien (Lepadiden). Eenen merkelijk hoogeren graad van concentratie bereikt het zenuwstelsel bij de Acarinen; hier is (als bij sommige Copepoden) slechts één centraaldeel, bestaande uit eene door den slokdarm doorboorde zenuwknoopmassa, vanwaar al de zenuwen uitstralen. Bij *Linguatula* is ook slechts één centraaldeel, maar dit is een borst- of buikknoop, vanwaar uit, behalve andere zenuwen en de reeds vermelde commissuur rondom de pharynx, twee betrekkelijk sterke zijdezenuwen zich achterwaarts in het verlengde ligchaam uitstrekken.

Onder de Pycnogoniden komen, in overeenstemming met de meer of minder ineen gedrongen ligchaamsgedaante der verschillende soorten, ook onderscheiden trappen van meerdere of mindere concentratie der buikketen voor. Typisch zijn bij hen vier buikganglien aanwezig; deze liggen bij *Ammothea* (fig. 386) en *Phozichitus* digt tegen elkander aan, zonder lengtecommissuren, terwijl daarentegen bij *Picnogonum* en bij *Nymphon* de ganglien door dubbele lengtecommissuren zamenhangen, die bij eerstgenoemd geslacht zeer kort, bij laatstgenoemd

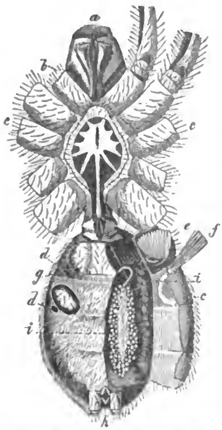
Fig. 386.



Zenuwstelsel van *Ammothea pycnogonoides*; naar Quatrefages. *pg* bovenslokdarmknoop; 1—4 buikknoopen; *c* commissuur; *oc* oogen.

langer zijn (ZENKER). De verschillende boven vermelde trappen van concentratie der buikketen van de *Podophthalmata* onder de Crustaceeën vindt men onder de Arachnoiden vertegenwoordigd in de orden der *Pedipalpa, Phalangita*, *Araneidea* en *Solifuga*.

Fig. 387.



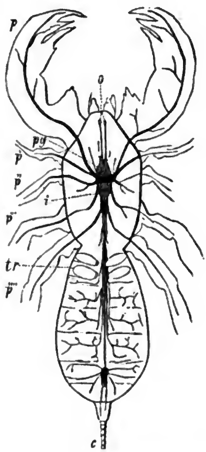
Ctenica coementaria, van de ondervlakte, geopend. Vergroot. Naar DUGÈS. *a* teruggeslagen bovenkaken; *b* onderkaken; *c c* heupen der pooten; daartusschen de groote borstzenuwknoop, van waar uit de zenuwen zich naar de voelers en pooten begeven; *d d* stigmata; *e* geopende voorste linker long; *e'* achterste linker long, overdekt door een spier *f*; *g* groeve, in welker midden zich de vrouwelijke geslachtsopening bevindt; *h* aars en spintepels; *i i* linker eiklier met haar eileider.

Bij de Scorpioenen heeft de buikketen ongeveer hetzelfde maaksel als dat bij de *Stomatopoda* en *Decapoda macrura;* d. i. zij bestaat uit afzonderlijke, door lengtecommissuren verbonden ganglien. Hun getal bedraagt 8, maar het eerste, dat door korte commissuren met de kleine bovenslokdarmknoopen verbonden is, is merkelijk grooter dan de overige en geeft zenuwen aan de monddeelen en aan de pooten. Eigenlijk moet dus dit borstganglion als zamengesteld uit 5 onderling versmolten zenuwknoopen worden beschouwd. Daarop volgen nog 3 kleinere, desgelijks in den cephalothorax gelegen knoopen, terwijl de 4 overigen, die door merkelijk langere commissuren zamenhangen, in het na-achterlijf liggen. Uit den achtersten dezer knoopen komen twee lange zenuwen die zich tot aan het ligchaamseinde en zelfs in den stekel voortzetten.

Andere *Pedipalpi*, namelijk de *Phrynidae* (fig. 388), en voorts alle *Araneidea* (fig. 387), *Phalangita* en *Solifuga* hebben slechts een enkelen grooten, in den cephalothorax gelegen borst of buikknoop,

even als de *Decapoda brachiura*, van welke zij echter verschillen door de kortheid der commissuren, waardoor dit ganglion met de bovenslokdarmknoopen verbonden is. Uit dit groote borstganglion stralen al de zenuwen die zich naar de monddeelen en de pooten begeven, en bovendien nog twee zenuwstammen, die, uit het achterste gedeelte van den knoop komende, het achterlijf intreden en zich daar vertakken.

Fig. 388.



Zenuwstelsel van *Telyphonus caudatus*, van de rugzijde gezien. Naar BLANCHARD. *pg* bovenslokdarmknoop; *i* buikknoop; *o* oogen; *p* voelers; *p—p''''* pooten; *tr* longen; *c* staartaanhangsel.

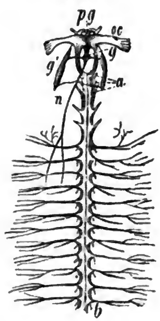
Bij eenige Arachnoiden zijn ook deelen van een **voedingszenuwstelsel** aangetroffen. Zoo bij de Scorpioenen, waar een klein ganglion, aan het begin van den slokdarm gelegen, door draden met de bovenslokdarmknoopen verbonden is en takjes aan het spijsverteringskanaal afgeeft. Ook bij de Spinnen komen uit den achterrand der bovenslokdarmknoopen twee fijne draadjes, die zich vereenigen of (bij *Mygale)* een vlecht vormen, van waar uit takjes naar de maag gaan. Bovendien komt bij de Spinnen en desgelijks bij de Phalangiten *(Opilio)* eene achterste afdeeling van het voedingszenuwstelsel voor, die aan den eigenlijken *nervus sympathicus* beantwoordt. Deze komt uit den achterrand van het borstganglion en vormt vlechten die takken uitzenden naar het darmkanaal, de lever en de voorttelingsorganen. Hier en daar, inzonderheid bij *Opilio*, vertoonen zich daaraan duidelijke knoopachtige aanzwellingen.

157. Onder de Gelede dieren zijn het de **Myriapoden** die zich, ten aanzien van het geheele maaksel van hun zenuwstelsel, het naast aan de Ringwormen sluiten. Dit is trouwens in overeenstemming met hunne geheele bewerktuiging, bepaaldelijk met de zamenstelling van hun ligchaam uit een zeer aanmerkelijk getal van homonome segmenten, die alle een of twee pootenparen dragen.

De beide bovenslokdarmknoopen, die meestal tegen elkander aan gelegen, soms echter (bij *Glomeris*) door een korten dwarsband verbonden zijn, bereiken slechts eene geringe grootte. Deze wordt vooral bepaald door die der sprieten, welker zenuwen bij eenigen (*Scolopendra*) uit een eigen lobje ontspringen.

Het maaksel van de buikketen wijzigt zich naar dat der op den kop volgende ligchaamssegmenten. Reeds het getal der buikknoopen is dienovereenkomstig zeer verschillend, niet alleen bij onderscheidene soorten, maar ook bij hetzelfde individu op onderscheiden leeftijd, omdat bij iedere vervelling het getal der ligchaamssegmenten toeneemt en daarmede de vermeerdering van het aantal der buikknoopen gelijken tred houdt. Gewoonlijk, vooral bij de Chilopoden, is het voorste buikganglion, waaruit de zenuwen voor de monddeelen ontspringen, grooter dan de volgende, die onderling weinig of niet in grootte verschillen. Bij de Chilopoden, welker ligchaamssegmenten tamelijk lang zijn en elk slechts één paar pooten draagt, liggen de ganglien op eenigen afstand van elkander en zijn door dubbele lengtecommissuren verbonden. Maar bij de Chilognathen (fig. 389), bij welke, met uitzondering der vijf

Fig. 389.



Voorste gedeelte van het zenuwstelsel van *Julus terrestris*; naar NEWPORT. *pg* bovenslokdarmknoop; *oc* gezigtszenuw; *a*—*b* buikknoopenstreng; *n* voedingszenuwstelsel; *g ganglion frontale*; *g'* zijdelingsche ganglien.

of zes voorste, alle ligchaamssegmenten van dubbele pootenparen voorzien zijn, sluiten zich de ganglien veel digter aaneen, zoodat de lengtecommissuren hetzij (bij *Polydesmus*) zeer kort worden, of (bij *Julus*, *Glomeris*) geheel verdwijnen, waardoor de buikketen (ongeveer als bij *Lumbricus)* tot een doorloopende streng wordt, met plaatselijke aanzwellingen op de punten, waar de pootzenuwen ontspringen.

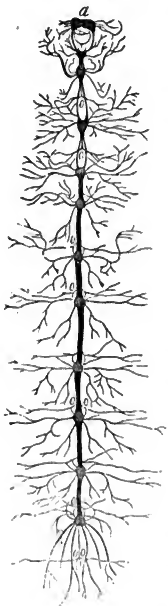
De voorste afdeeling van een voedingszenuwstelsel is althans bij *Scolopendra* en *Julus* aangewezen. Twee zenuwdraadjes die uit de voorvlakte der bovenslokdarmknoopen ontspringen, vereenigen zich tot een op den slokdarm gelegen knoop (*ganglion frontale*), waaruit een onparige zenuw komt, die naar achteren loopt, onder het afgeven van takjes, die zelve weder tot ganglien aanzwellen. Bovendien verloopen ter weerzijde van den slokdarm nog twee andere uit den achterrand der bovenslokdarmknoopen komende stammetjes, die desgelijks kleine ganglien vormen, en hieruit gaan takjes naar het darmkanaal. Of er, behalve deze voorste afdeeling, nog eene achterste, met den *nervus sympathicus* vergelijkbare afdeeling van het voedingszenuwstelsel bestaat, is minder zeker. Newport beschouwde als zoodanig een dunne aan de rugzijde van de buikketen overlangs in het midden verloopende draad, die de stam voor fijne takjes naar den darm zoude zijn. Door anderen (o. a. door Leydig) is dit niet bevestigd gevonden; de takjes voor den darm zouden uit de buikketen zelve komen. Eene verwisseling met het, trouwens door Newport zelven, bij deze dieren aangewezen buikvat (bl. 454), dat ongeveer terzelfder plaatse voorkomt, is niet onmogelijk.

In het neurileem treden talrijke tracheën, waaruit zich takjes tot binnen in de ganglienzelfstandigheid verbreiden.

De buikketen ligt in een bloedsinus, welke geene eigene wanden heeft maar ter weêrzijde begrensd wordt door het vetligchaam en van boven door een vlies dat dwarsgestreepte spiervezelen bevat, die zich ter weerzijde aan den ligchaamswand en aan het neurileem inplanten (Leydig).

158. In de zoo soortenrijke klasse der Insekten vindt men al de tot dusver beschreven vormen van het zenuwstelsel der tot andere klassen behoorende Gelede dieren als het ware herhaald, deels bij de volkomen ontwikkelde dieren, deels in hunne larventoestanden, echter met twee uitzonderingen. Vooreerst namelijk bezit de buikketen nimmer eene laddersgewijze zamenstelling uit twee door dwarscommissuren verbonden strengen; de buikganglien zijn steeds enkelvoudig, ofschoon de lengtecommissuren dikwijls gescheiden zijn. In de tweede plaats strekt zich de zamensmelting der buikganglien nimmer tot allen uit; steeds blijft, ook dan wanneer alle overige ganglien tot een enkelen grooten, in de borst gelegen knoop versmolten zijn, toch het voorste, in den kop gelegen buikganglion, dat met de bovenslokdarmknoopen door korte commissuren verbonden is en zoo den slokdarmring van onderen sluit, als zelfstandige onderslokdarmzenuwknoop bestaan. Dit is het gevolg daarvan, dat bij de Insekten de kop steeds een van de borst gescheiden deel uitmaakt. Deze meerdere zelfstandigheid van den voorsten buikknoop geeft echter nog volstrekt geen regt om, gelijk sommigen (o. a. FAIVRE) gedaan hebben, dit deel als beantwoordende aan de kleine hersenen der Gewervelde dieren te beschouwen.

Fig. 390.



Zenuwstelsel van de rups van *Sphinx ligustri*. Naar NEWPORT.

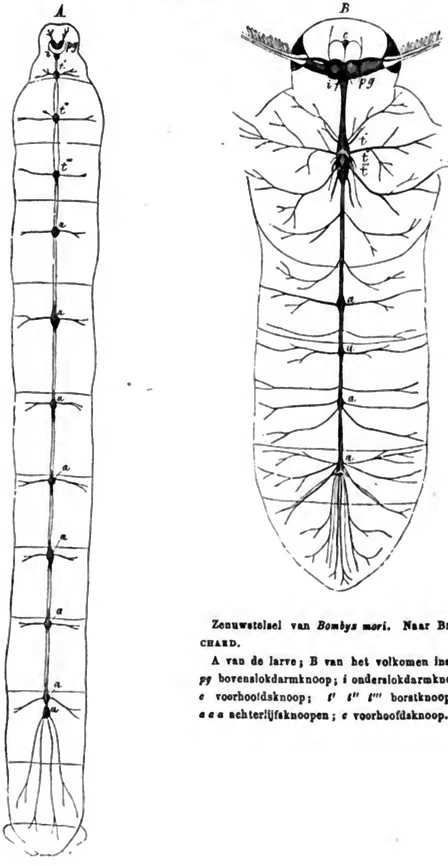
a bovenslokdarmknoop; *o* draden behoorende tot het voedingszenuwstelsel.

De Insekten bieden de sprekendste bewijzen aan dat de con-

centratie der centraaldeelen van het zenuwstelsel in het algemeen gelijken tred houdt met de toenemende heteronomiteit der segmenten en de scheiding van het ligchaam in drie hoofdafdeelingen. In den larventoestand (fig. 390 en fig. 391 A volg. bl.), wanneer die heteronomiteit het geringst is en bij velen, behalve aan de borstsegmenten, ook aan eenige der achterlijfssegmenten pootjes geplaatst zijn, bestaat de buikketen (met uitzondering van eenige Keverlarven) uit op regelmatige afstanden geplaatste ganglien van ongeveer gelijke grootte, waarvan het laatste aan het achterste segment behoort. De buikketen staat dan op den trap, welke voor Ringwormen en Myriapoden een blijvende, maar voor het meerendeel der Insekten een voorbijgaande toestand is. Wanneer zich de vleugels ontwikkelen en de borstpooten grooter worden, waarbij gelijktijdig de drie borstringen in omvang toenemen en tot eene meer zelfstandige ligchaamsafdeeling worden, dan verkorten zich de lengtecommissuren, die de buikganglien verbinden, en deze laatste verplaatsen zich voorwaarts en verbinden zich in meerdere of mindere mate onderling tot grootere knoopen, waarvan de aanmerkelijkste steeds in de borst gelegen zijn (fig. 391 B). Ten dien aanzien bestaan alle denkbare graden, gelijk beneden blijken zal.

De bovenslokdarmknoopen zijn bij de Insekten in het algemeen betrekkelijk grooter dan bij de overige Gelede dieren. Ten deele wordt dit verklaard door de vaak zeer aanmerkelijke grootte der zamengestelde oogen, die de meeste Insekten in den volkomen toestand bezitten. Echter verdient het opmerking dat zulke Insekten, die, door het leven in maatschappijen, het bouwen van kunstige woningen en de bijzondere zorg voor de eijeren en jongen, boven andere Insekten uitmunten, ook groote bovenslokdarmknoopen hebben, waaraan men zelfs nog kleine aanzwellingen of lobjes waarneemt, die elders niet voorkomen, zoodat zij blijkbaar een iets zamengestelder maaksel ten gevolge van bijkomende deelen hebben. Vooral geldt dit van verscheidene *Hymenoptera* (Bijen, Wespen, Mieren). De bovenslokdarmknoopen

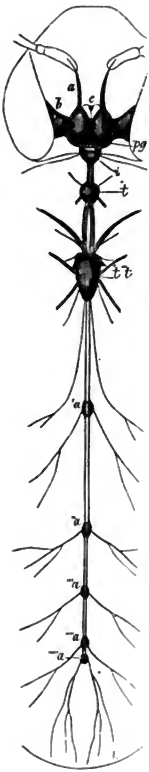
Fig. 391.



Zenuwstelsel van *Bombyx mori*. Naar BLANCHARD.

A van de larve; B van het volkomen insekt. *pg* bovenslokdarmknoop; *i* onderslokdarmknoop; *c* voorhoofdsknoop; *t' t'' t'''* borstknoopen; *a a a* achterlijfsknoopen; *c* voorhoofdsknoop.

Fig. 392.



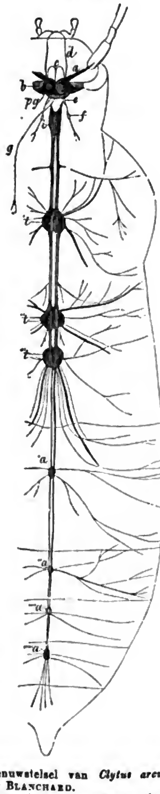
van een Honingbij (fig. 392), zijn in verhouding tot het overige ligchaam driemaal grooter dan die van een Meikever. Steeds zijn de beide knoopen onderling innig verbonden, zoodat men meestal de zamenstelling der bovenslokdarmzenuwmassa uit twee helften alleen aan eene groeve herkent. Even als elders ontspringen daaruit de zenuwen voor de sprieten en de oogen, zoowel de enkelvoudige als de zamengestelde. Uit het eerste buikganglion, den onderslokdarmknoop, komen de zenuwen voor de monddeelen. De drie borstknoopen geven de zenuwen voor de pooten en vleugels en de hen bewegende spieren af. Uit de altijd kleinere volgende ganglien treden de zenuwen voor de huid en de spieren der achterlijfsringen. Dikwijls overtreft het laatste dezer ganglien, hetwelk ook de vaak zeer zamengestelde paringsorganen van zenuwen voorziet, de voorafgaande in omvang.

Wat de verschillende orden van Insekten betreft, zoo staan die der *Orthoptera* en der *Neuroptera*, ten aanzien der concentratie van het zenuwstelsel, algemeen op eenen lageren trap dan de overige. Niet alleen zijn de drie borstganglien gewoonlijk gescheiden, maar in het achterlijf zijn nog 5 tot 9 ganglien bevat.

Zenuwstelsel van *Apis mellifica*. Naar BLANCHARD.

pg bovenslokdarmknoop; *i* onderslokdarmknoop; *t'* eerste borstknoop; *t''* *t'''* zamengesmolten twee achterste borstknoopen; *a'—a''''* achterlijfsknoopen; *c* voorhoofdsknoop; *a* sprietzenuw; *b* gezigtszenuw.

Fig. 393.



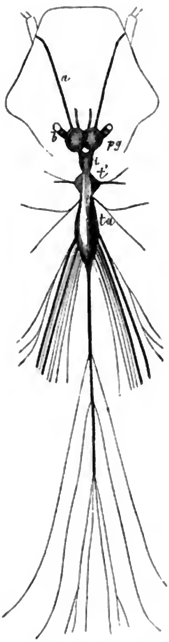
Zenuwstelsel van *Clytus arcuatus*. naar BLANCHARD.
pg bovenslokdarmzenuwknoop; *i* onderslokdarmknoop; *t' t'' t'''* borstknoopen; *a' a'' a''' a''''* achterlijfsknoopen; *a* sprietzenuw; *b* gezigtzenuw; *c* voorhoofdsknoop; *d* voelerzenuw; *e* zijdelingsche gepaarde zenuw van het voedingszenuwstelsel; *f* haar knoop; *g* ongepaarde zenuw.

Merkelijk grootere verschillen treden op in de orde der *Coleoptera*. Bij eenigen *(Carabidae, Longicornia)* bestaat de buikketen uit een aantal afzonderlijke ganglien, tot 8 toe, en strekt zich tot achter in het achterlijf uit (fig. 393). Bij anderen (*Lamellicornia*, *Curculionides)* zijn niet alleen de drie borstknoopen tot twee zamengesmolten, maar is ook slechts één zich daaraan sluitende achterlijfsknoop voorhanden. Tusschen deze uitersten bestaan in onderscheiden familien allerlei tusschentrappen. In eenige gevallen, waar de concentratie bij het volkomen insekt het grootst is, is deze ook reeds bij de larven aangeduid. Zoo bij die van *Oryctes nasicornis*, waar reeds SWAMMERDAM op het verschillend maaksel van de buikketen, vergeleken met die van andere Insekten-larven, opmerkzaam heeft gemaakt.

In de orde der *Hymenoptera* treft men meestal twee borstknoopen aan, waarvan het achterste het grootst is (fig. 392 vor. bl.). Het getal der achterlijfsknoopen wisselt gewoonlijk tusschen 5 en 6, maar kan ook (b. v. bij *Sirex*) tot 7 klimmen, en bij anderen tot 4 of 3 dalen.

Algemeen merkelijk meer geconcentreerd is de buikketen der *He-*

Fig. 394.



Zenuwstelsel van *Pentatoma grisea*. Naar BLANCHARD.
pg bovenslokdarmknoop; *i* onderslokdarmknoop; *t'* eerste borstknoop; *ta* zenuwmassa bestaande uit de zamengesmolten twee achterste borstknoopen en de achterlijfsknoopen.

miptera (fig. 394). Borst- en achterlijfsknoopen zijn tot 1 of 2 groote knoopen zamengesmolten, die in de borst gelegen zijn, zoodat de buikketen zich niet in het achterlijf uitstrekt.

De orde der *Lepidoptera* (fig. 391, bl. 578) biedt slechts zeer geringe verschillen aan. Het getal der borstknoopen bedraagt 2, maar het achterste is dubbel en gevormd door aaneenvoeging der knoopen van den meso- en van den metathorax. In het achterlijf liggen 4, zelden 5 knoopen. Bij de rupsen bedraagt het geheele getal der knoopen, die de buikketen zamenstellen, 11 tot 12.

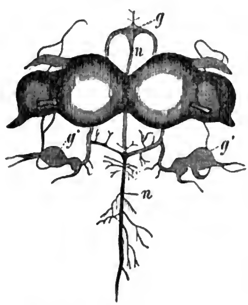
Onder de *Diptera* treft men de meest verschillende graden van concentratie aan. Bij verlengde vormen, namelijk de meeste *Tipulariae*, komen 3 borstknoopen en 6 achterlijfsknoopen voor. Met de verkorting van het ligchaam bij de meeste soorten der overige familien gaat eene zamensmelting der drie borstknoopen tot een enkelen knoop gepaard, terwijl het getal der achterlijfsknoopen van 6 (*Bombylidae*, *Tabanidae*, *Stratiomydae*, *Septidae*, *Asilidae*) tot 5 (*Empidae*), 2 (*Syrphidae*, *Conopidae*) of 1 (*Acalypterae*) daalt, en bij de echte *Muscidae* en *Oestridae* ontbreken zelfs achterlijfsknoopen geheel. Bij de *Pupipara* is de versmelting van alle buikknoopen, ook van

de voorste of onderslokdarmknoopen, en van dezen met de bovenslokdarmknoopen, zoo volkomen, dat het den schijn heeft, alsof er slechts eene enkele door den slokdarm doorboorde zenuwmassa is. Iets dergelijks treft men ook bij de *Strepsiptera* aan.

De beide afdeelingen van het **voedingszenuwstelsel** zijn reeds bij een groot aantal Insekten uit verschillende orden aangewezen.

De voorste afdeeling *(systema stomato-gastricum)* sluit zich wat hare zamenstelling uit gepaarde zenuwen en eene ongepaarde betreft, na aan het maaksel der zelfde deelen bij de Myriapoden en der hoogere Crustaceën aan. De gepaarde zenuwen komen uit de achtervlakte der bovenslokdarmknoopen (fig. 395 en fig. 396). De ongepaarde zenuw *(nervus recurrens)* ontspringt met twee wortels uit de voorvlakte derzelfde knoopen en buigt zich vervolgens achterwaarts in de middellijn om. Op het punt waar de beide wortels zich vereenigen, vormen zij een op den slokdarm gelegen knoopje *(ganglion frontale)*. Bij sommige Vlinders komen meerdere zulke voorhoofdsknoopjes voor. Ook de gepaarde zenuwen zwellen, langs den slokdarm loopende, hier en daar tot knoopen aan en vormen vlechten, waarin ook takken van de onparige zenuw treden. Uit deze knoopjes en vlechten verbreiden zich zenuwdraadjes in de wanden des slokdarms.

Fig. 395.



Bovenslokdarmknoopen en voorste voedingszenuwstelsel van *Sphinx Ligustri*; naar Newport.

g ganglion frontale; *n* onparige zenuwstam; *g' g'* ganglien van de gepaarde voedingszenuwen.

De achterste of sympathische afdeeling van het voedingszenuw-

Fig. 396.



Voorste gedeelte van het zenuwstelsel der rups van *Attacus pavonia major*. Naar Blanchard.

pg bovenslokdarmknoop; *c* voorhoofdknoop; *g* onparige zenuw; *e*, *d* gepaarde zenuwen; *i* onderslokdarmknoop; *t' t' t'''* borstknoopen; *s s* sympathische zenuwdraden.

stelsel biedt bij onderscheidene Insekten nog eenige verschillen aan, die eenigermate in verband staan tot het verschillend maaksel der buikketen, waarmede dit stelsel in zamenhang is. De meest gewone inrigting, zooals zij voorkomt in die gevallen waar de buikketen uit een reeks van achter elkander gelegen, door lengte-commissuren verbonden ganglien bestaat, is de volgende (fig. 396). Aan de bovenvlakte van de buikketen verloopt tusschen de lengtecommissuren van elk op elkander volgend tweetal der buikknoopen een dunne zenuwdraad, de middelstreng of middelzenuw *(nervus medianus)*. Elk dezer middelzenuwen ontspringt hetzij uit de achtervlakte van een buikganglion of uit een of beide lengte-commissuren. In de nabijheid van het daarop achterwaarts volgende ganglion gekomen, verdeelt zich de middelzenuw in twee zijdelingsche dwarstakjes (*nervi transversi*, de *brides epinières* van Lyonet, *nervi respiratorii* van Newport). Hetzij het achtereinde der middelzenuw zelve of elk der daaruit komende dwarstakjes zwelt tot een klein zenuwknoopje aan, en de hieruit ontspringende fijne zenuwdraden treden vervolgens, dikwijls onder vlechtvorming, in verband met de uit de buikganglien komende zijdezenuwen, zoodat, gelijk bij de Gewervelde dieren, in de banen derzelfde zenuwen, die gevoels- en bewegingsdraden bevatten, ook sympathische zenuwvezelen bevat zijn. Vooral de tracheën en de stigmata ontvangen talrijke takjes van dit sympathische stelsel.

Even als bij andere Gelede dieren, bestaat ook bij de Insekten het neurileem, dat de centraaldeelen met de hen verbindende commissuren inhult, uit twee lagen: eene binnenste die vaster en eene buitenste die losser van structuur is. Laatstgenoemde is de drager van talrijke tracheën Daaraan planten zich spieren in, die, van de zijdewanden des ligchaams komende, in eenige gevallen de buikketen plaatselijk overwelven. Bij de *Lepidoptera* dient voor de inplanting dezer spieren een eigendommelijk strengvormig deel, dat, aan de bovenvlakte van de buikketen gelegen, vroeger ten onregte voor een buikvat gehouden werd, maar in werkelijkheid niet anders is dan eene bovenwaartsche verdikking van de buitenste neurileemscheede (Leydig).

ZINTUIGEN.

159. Zinnelijke gewaarwording, voor zoo ver men daaronder het vermogen verstaat om indrukken van de buitenwereld te ontvangen en deze tot het bewustzijn over te brengen, is het eigendom van alle dieren. Zinnelijke gewaarwording is echter nog geene zintuiglijke gewaarwording. Zij wordt dit eerst wanneer aan of nabij de ligchaamsoppervlakte zich bijzondere, door zenuwen met de centraaldeelen van het zenuwstelsel in verband staande organen, de zintuigen, bevinden, welke geschikt zijn om den indruk niet alleen optenemen maar ook te doen onderscheiden van andere indrukken. De indruk brengt derhalve in het orgaan eene bepaalde, daaraan beantwoordende verandering te weeg, en het is die verandering welke, voortgeleid door de zenuw, tot den zetel van het bewustzijn geraakt en daar eene evenzeer bepaalde gewaarwording wekt.

Daar nu die gewaarwording niet regtstreeks van den gemaakten indruk maar van de daardoor in het zintuig veroorzaakte verandering afhankelijk is en deze op hare beurt bepaald wordt door het bijzondere maaksel van het zintuig zelf, zoo spreekt het van zelf dat wij nooit met volkomen zekerheid kunnen oordeelen over den aard der bij de dieren opgewekte gewaarwordingen zelve, dewijl deze zich aan onze kennisneming geheel onttrekken. Alleen op gronden van analogie, en daarbij steunende op zekere overeenkomsten in het maaksel der zintuigen van dieren met die van ons, menschen, alsmede op de verge-

lijking van de werking van zekere uitwendige indrukken op dieren met hetgeen wij zelve daardoor ontwaren, komt men in vele gevallen tot de overtuiging dat eenige der gewaarwordingen van dieren, zoo al nimmer geheel gelijk aan, toch gelijksoortig zijn met de door ons van diezelfde indrukken ontvangen gewaarwordingen. Op dien grond heeft men derhalve regt om de gewaarwordingen, welke wij voelen, smaken, rieken, hooren en zien noemen, ook aan de dieren toetekennen. Even echter als er zeer vele dieren zijn, die een of meer der zintuigen missen, waardoor dergelijke gewaarwordingen kunnen worden teweeggebragt, is het ook zeer wel mogelijk dat sommige dieren zintuigen bezitten die wij missen, d. i. organen, waardoor zintuiglijke gewaarwordingen gewekt worden, waarvan wij, menschen, geene voorstelling hebben noch ooit zullen hebben, en waarvoor ons dus zelfs een naam ontbreekt. En die mogelijkheid klimt zelfs tot waarschijnlijkheid, waar wij bij dieren peripherisch gelegen organen ontmoeten, die, blijkens hun geheele maaksel, als zintuigen moeten worden beschouwd, maar te zeer van onze eigene zintuigen verschillen dan dat wij hen daarmede vergelijken kunnen.

De eenige zinnelijke gewaarwording, welke aan alle dieren zonder uitzondering eigen is, is het gevoel. Dit bestaat ook daar waar geen enkel orgaan aanwezig is, dat als zintuig kan worden onderscheiden, noch een zenuwstelsel dat den gemaakten indruk kan voortleiden. Dit is het geval bij de geheele afdeeling der Protozoën, alsmede bij de Anthozoën en de polijpvormige voedsters der Hydrozoën onder de afdeeling der Coelenteraten. Dit gevoel, hetwelk echter voorzeker eene veel minder bestemde gewaarwording dan ons voelen is, zetelt aan de oppervlakte van alle weeke zamentrekbare deelen en openbaart zich door de zamentrekking, die op den gemaakten indruk volgt. Die indruk kan zich, in weerwil van het ontbrekende zenuwstelsel, voortplanten (verg. bl. 500) en zoo niet alleen eene zamentrekking in verwijderde deelen te voorschijn roepen, maar ook bij in kolonien

levende soorten van het eene individu op het andere overgaan. Natuurlijk is hier echter eene willekeurige beweging, d. i. eene zoodanige waaraan eene bewuste gewaarwording is voorafgegaan, dikwijls zeer moeijelijk te onderscheiden van eene zoodanige, welke zonder bewustheid geschiedt en eene eenvoudige reflex-beweging is.

Eerst daar waar een zenuwstelsel zich gedifferentieerd heeft, kan er sprake zijn van eigenlijke zintuigen en derhalve van zintuiglijke gewaarwordingen Even als elke spier de eindtoestel is van een bewegingszenuw, is elk zintuig de eind- of, juister gezegd, de begin-toestel eener gevoelszenuw. De zintuigen zelve kunnen echter bij onderscheidene dieren nog zeer onderscheiden trappen van volkomenheid bereiken. Veilig mag men aannemen dat, naar gelang een zintuig een zamengestelder maaksel heeft, daarmede ook zijn vermogen klimt om den van van buiten ontvangen indruk als het ware te ontleden en zoo verschillen in de gewaarwording te doen ontstaan die, bij minder zamengestelde zintuigen, niet van elkander kunnen onderscheiden worden.

Eenige zintuigen vorderen eene dadelijke aanraking van het voorwerp, dat den indruk teweeg brengt, met de plaats der ligchaamsoppervlakte, waar het zintuig gelegen is, hetzij dit al of niet nog door de opperhuid overdekt is. Het zijn die zintuigen, welke de gewaarwordingen doen ontstaan, die wij als t a s t e n, s m a k e n, en r i e k e n onderscheiden. Andere zintuigen vorderen zulk eene aanraking niet. De door hen ontvangen indruk wordt teweeg gebragt door trillingen, die van een verwijderd voorwerp uitgaan. Gehoorzintuigen zijn de zoodanige die geschikt zijn tot het ontwaren der geluidstrillingen, die ontstaan in de middenstof, lucht of water, te midden waarvan het dier leeft, en daar deze trillingen zich ook kunnen mededeelen aan de zelfstandigheid des ligchaams zelve, zoo is het minder noodzakelijk dat de gehoorzintuigen zich onmiddellijk aan of nabij de oppervlakte bevinden, en kunnen deze eene

diepere maar dan ook veiliger plaats in het ligchaam innemen. Nog andere zintuigen stellen de dieren in staat om de aethertrillingen te ontwaren, welke uitgaan van een warmte- of lichtuitstralend ligchaam. Dat stralende warmte en licht in het wezen der zaak hetzelfde zijn, weet men. Dezelfde stralen die, op de huid der overige ligchaamsoppervlakte vallende, warmtegevoel doen ontstaan, brengen in het oog de gewaarwording van licht teweeg; een duidelijk bewijs voor het boven gezegde, dat het maaksel van het zintuig den aard der gewaarwording bepaalt.

Eene indeeling der zintuigen in huidzintuigen en in hoofdzintuigen, gelijk bij de Gewervelde dieren (Dl. II bl. 469), kan in de overige groepen van het dierenrijk niet worden toegepast, eensdeels omdat zeer vele dieren een hoofd of kop missen, anderdeels omdat zintuigen, gelijk die van het gehoor en het gezigt, welke bij de Gewervelde dieren altijd aan het hoofd zijn geplaatst, bij velen aan geheel andere, niet zelden ver van het vooreinde des diers verwijderde ligchaamsdeelen worden aangetroffen. Wij moeten hierbij echter doen opmerken, dat uit die verwijderde plaatsing nog geenszins met zekerheid volgt, dat de genoemde hoogere zintuigen daarom niet hunne zenuwen uit het protoganglion ontvangen. Men kent namelijk reeds eenige gevallen, waarin zenuwen, die schijnbaar uit een der achterwaarts gelegen ganglien haren oorsprong nemen, zich door de commissuren heen tot aan het protoganglion laten vervolgen.

Elke indeeling der zintuigen is overigens uit den aard der zaak eene gebrekkige. In het volgende overzigt zullen wij ons houden aan de gewone indeeling, naar aanleiding der zintuiglijke gewaarwordingen die wij zelven bij ondervinding kennen, maar zullen dan ook genoodzaakt zijn onder de verschillende rubrieken organen te vermelden, waarvan het zeer waarschijnlijk is dat zij, indien wij hunne ware verrigting d. i. den aard der daardoor opgewekte gewaarwording kenden, daaruit zouden moeten verwijderd worden.

TASTZINTUIGEN.

160. Het algemeene gevoel dat in de weeke deelen der huid zetelt, overal waar gevoelszenuwen eindigen, wordt tot tastzin, wanneer het dier er door wordt in staat gesteld verschillende werktuiglijke indrukken van elkander te onderscheiden, die op verschillende punten zijner oppervlakte gemaakt worden. De daardoor opgewekte gewaarwordingen geven dan de voorstelling van afstanden, van ruimten tusschen de voorwerpen der buitenwereld. Maar die voorstelling kan ook nog op eene andere wijze gewekt worden, namelijk door hetzelfde punt der gevoelige huidsoppervlakte beurtelings met het eene of met het andere den indruk teweeg brengende voorwerp of een gedeelte daarvan in aanraking te brengen. Daartoe moet derhalve dit punt der huidoppervlakte kunnen bewogen worden, en zoo zien wij dan ook inderdaad dat het groote meerendeel der eigenlijke tastorganen zich aan bewegelijke deelen bevindt of wel dat zij zelve bewegelijk zijn.

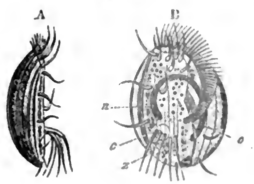
De indruk op de peripherische uiteinden der gevoelszenuwen kan bovendien nog meer of minder regtstreeksch wezen. In vele gevallen zijn die uiteinden alleen overdekt door eene dunne, weeke, op zich zelve ongevoelige opperhuid; in andere steken, buiten deze laatste, haarachtige, meestal uit chitine-zelfstandigheid zamengestelde deelen uit, die eenen zekeren graad van stijfheid hebben en dien ten gevolge den ontvangen indruk overbrengen naar hun in de huid geplant worteleinde, hetwelk dien vervolgens aan de gevoelszenuw mededeelt, dikwijls nog onder tusschenkomst van een of meer kleine cellen (ganglien-cellen), die zich als aanzwellingen van den zenuwdraad vertoonen. Zulke haartjes onderscheidt men daarom als tasthaartjes of tastborsteltjes.

Protozoën.

161. Ofschoon bij de Protozoën nog geen zenuwstelsel

zich gedifferentieerd heeft en er derhalve ook van eigenlijke tastorganen bij hen geen sprake kan zijn, zoo ontbreekt het toch niet aan voorbeelden, die leeren dat ook bij eenigen hunner sommige plaatsen des ligchaams gevoeliger zijn dan andere. Men treft de zoodanige inzonderheid aan in de klasse der Infusorien. Wanneer men die soorten, welke van een lang, zeer bewegelijk halsachtig verlengsel aan haar ligchaamsvooreinde voorzien zijn, gelijk *Lacrimaria, Amphileptus* e. a., in het water ziet rondzwemmen en daarbij de spits van dit deel dan eens met dit, dan eens met dat voorwerp in aanraking brengen, dan voelt men van zelf het denkbeeld oprijzen dat dit deel een soort van tastorgaan is, vooral wanneer, gelijk bij laatstgenoemd geslacht, de mondopening zich niet aan het uiteinde maar aan de basis daarvan opent. Even zoo mag men vermoeden dat de stijve, bewegelijke borstels der *Oxytrichina* en der *Euplotina* (fig. 397) op eene overeenkomstige wijze als dergelijke borstels bij vele Wormen, tastindrukken overbrengen. Zij zijn geen bloote aanhangsels der cuticula, maar staan in verband met het daaronder gelegen contractiele ectosarc, d. i. met de buitenste protoplasma- of sarcodelaag.

Fig. 397.



Euplotes charon, A van ter zijde, B van de buikvlakte gezien. Naar STEIN.

o mond; *z* aars; *n nucleus*; *c* contractile blaas.

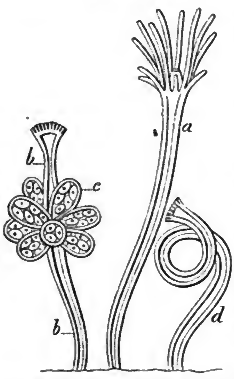
Zeer onwaarschijnlijk is het daarentegen, dat de palissadengewijs onder de cuticula van sommige Infusorien (*Paramaecium, Bursaria, Nassula*) geplaatste staafvormige ligchaampjes of zoogenaamde trichocysten (fig. 15 bl. 29) tastzintuigen zijn, gelijk sommigen vermoed hebben. Dit wordt reeds wederlegd door de omstandigheid dat de trilcilien, die zich aan de oppervlakte bevinden, buiten de staafjeslaag uitsteken. Indien zij, gelijk met eenigen grond mag verondersteld worden, eene zinnelijke gewaarwording doen

ontstaan, dan kan deze niet van eenen werktuigelijken indruk afhankelijk zijn, maar veeleer van dergelijke indrukken als waardoor de gewaarwordingen van smaak en reuk worden opgewekt.

Coelenteraten.

162. In de klasse der Coelenteraten begint reeds eene duidelijker scheiding van sommige ligchaamsdeelen, waarin het tastgevoel meer dan in de overige huisvest, en die daarom den naam van tastorganen verdienen, optetreden. Bij de Anthozoën en Hydroidpolypen zetelt het tastvermogen vooral in de vang armen, doch deze deelen zijn tegelijk grijporganen voor het voedsel. Hetzelfde geldt van de mondarmen der hoogere Medusen *(Aurelidae, Pelagidae)*, die bovendien ook als roeiwerktuigen tot de voortbeweging medewerken. Maar zoowel bij deze laatsten als bij vele andere Coelenteraten komen nog andere deelen voor, welke meer bepaaldelijk als tastorganen moeten worden beschouwd.

Fig. 398.



Groep van verschillende individu's eener kolonie van *Hydractinia echinata*. Naar Allman.

a voedings-polypoid; *b* polypoid met voorttelings-medusoiden *c*; *d* tastervormige polypoid.

Onder de in kolonien levende voedsters der Hydromedusen behooren polymorphe soorten *(Hydractinia)*, waar eenige der individu's, welke zulk eene kolonie zamenstellen, ofschoon in gedaante tot de voedingspolypoiden naderende, geene mondopening hebben (fig. 398 *d*). Dergelijke individu's maken ook deel uit der kolonie van verscheidene Siphonophoren *(Physophoridae* (fig. 399 volg. bl.), *Physalidae, Diphyidae)*. Hunne eenige verrigting ten nutte der kolonie

bestaat blijkbaar uit tasten, en zij dragen daarom den naam van **tasters** of **tastpolypoiden**. Het begrip van orgaan en dat van individu vallen hier nog zamen. Als eigenlijke tastorganen moeten daarentegen de draadvormige deelen beschouwd worden, die bij zeer vele Medusen in verschillend aantal langs den schermrand geplaatst zijn en bij eenigen eene zeer

Fig. 399.



Athorybia roseeca, in natuurlijke grootte.

a luchtblaas; *f f f* dekstukken; *c c* tasters; *d d* voedingspolypoiden; *e e* vangdraden.

aanzienlijke lengte bereiken. Soms zijn deze deelen, die men **randdraden**, **voeldraden** of **voelers** noemt, tamelijk stijf, maar meestal zijn zij week en zeer zamentrekbaar, zoodat zij niet alleen in verschillende rigtingen kunnen bewogen maar bovendien verlengd en verkort worden. In werkelijkheid zijn zij blinde buizen, in welker holte het vocht uit de kanalen van het gastrovasculairstelsel kan gedreven worden.

Niet zelden treft men aan deze draden ook netelorganen aan. Algemeen is dit het geval bij de vangdraden der Syphonophoren (fig. 399), die hoewel tot op zekere hoogte vergelijkbaar met de voeldraden langs den schermrand der Medusen, toch een zamengestelder maaksel hebben en bovendien, even als de reeds genoemde tasters, veeleer als individu's van bijzonderen vorm dan als organen te beschouwen zijn. Bij eenige Medusen zijn ook dunne stijve haartjes gevonden, die hetzij rondom de randligchaampjes of aan de spits der voelers geplaatst zijn en met veel grond als tastborsteltjes kunnen worden beschouwd 1).

Wat de Ctenophoren betreft, zoo ontbreken bijzondere tastorganen alleen bij de Beroiden. Bij de overigen zetelt het

1) Verg. HAECKEL *Beiträge zur Naturgeschichte der Hydromedusen*, Leipzig 1865 p. 137.

tastvermogen deels in de mondlobben, waar deze aanwezig zijn, deels in twee aan de ligchaamszijden ontspringende vangdraden, die bij eenigen kort, bij anderen (fig. 45 bl. 55) zeer lang, van zijdelingsche takken voorzien en al of niet in twee zakvormige, met het gastrovasculairstelsel in verband staande scheeden terugtrekbaar zijn. Ook deze vangarmen zijn met netelorganen bezet.

ECHINODERMEN.

163. Het tastgevoel huisvest bij de Echinodermen inzonder heid in die deelen der huid, welke week en onverkalkt zijn en beurtelings uit- en ingestulpt kunnen worden door den aandrang en de terugvloeijing van vocht uit en in het ambulacrale water-vaatstelsel. Elk ambulacraalpootje (verg. bl. 75) is dus niet enkel een bewegings- maar ook een tastorgaan. Even zoo zetelt een fijn tastgevoel in de kransgewijs rondom den mond geplaatste mondvoelers der Holothurien. Minder zeker is het of de niet voor terugtrekking vatbare, zoogenaamde mondkieuwen der Echinoiden ook tot tasten dienen. Wat de buiten het huidskelet uitstekende beweegbare stekels van dezen, de ankers der Synaptiden, de drie- en tweekleppige pedicellarien van Echinoiden en Asterien betreft, zoo mag men wel aannemen dat deze ook de ontvangen indrukken op de huidzenuwen overdragen, zonder dat zij evenwel een fijn tastgevoel bezitten.

Bij de Asterien komt een eigen orgaan voor, dat men met den naam van voeler heeft bestempeld, ofschoon het geenszins zeker is dat het slechts tot tasten en niet ook tot andere zintuiglijke gewaarwordingen dient 1). Dit orgaan bevindt zich digt bij het spitse uiteinde van elken arm, aan de ondervlakte, geheel aan het einde der ambulacraalgroeve, vlak voor het beneden nader te beschrijven oog. Zijne gedaante is cylindrisch,

1) Het werd ontdekt door WILLSON, *Transactions of the Linnean Society*, 1860 XXIII p. 107, en nader beschreven door GREEFF, *Sitzungsber. der Ges. z. Beförd. d. ges Naturwissenschaft zu Marburg*, 1871 N. 8, en door HOFFMANN, *Niederl. Arch. f. Zoologie*, 1873 II p. 9.

stomp toeloopend. Ofschoon bewegelijk, is de voeler niet voor terugtrekking vatbaar, gelijk de naburige ambulacraalpootjes. Hij is inwendig hol en zijne holte is de regtstreeksche voortzetting van het zenuwkanaal (verg. bl. 503). Ook het maaksel van zijn wand stemt nog met dat der zenuwbladen overeen. Aan de benedenzijde is hij met trilcilien bezet. In zekeren zin zoude men den voeler het vrij geworden peripherisch uiteinde van den radialen zenuwstam kunnen noemen. Bezwaarlijk is dit orgaan bij eenig ander in het dierenrijk voorkomend deel geheel vergelijkbaar.

Ook bij de Echinoiden zijn door Lovén 1) kleine oranen ontdekt, door hem sphaeriden genoemd, die welligt zintuigen zijn, en die wij hier vermelden, ofschoon het in elk geval niet waarschijnlijk is dat zij tastorganen zijn. Of zij, gelijk Lovén vermoedt, smaakzintuigen zijn, is echter bijna even onzeker. Deze sphaeriden zijn zeer kleine ligchaampjes, van eene ronde of ellipsoidische gedaante, geplaatst op een kort steeltje dat op een tepeltje der schaal met eene gewrichtsvlakte rust. Zij bevinden zich inzonderheid op de ambulacraalplaatjes van het peristomium, maar gewoonlijk komen er ook eenige op de omgevende buikplaatjes voor. Zij zijn doorschijnend, hard en vast, bekleed met een pigment-houdend weefsel, een epithelium en eene cuticula met trilhaartjes. Zij ontvangen zenuwdraden van de radiale stammen, namelijk van takjes die daarvan, in gezelschap der watervaten, door de porien der ambulacraalplaatjes treden, om zich in de uitwendige organen te verdeelen.

Langs de ambulacraalgroeven en ter weerzijde der *pinnulae* van *Comatula* staan zeer talrijke voelertjes, aan hunne bases verbonden door een franjeachtig vlies. Deze voelertjes vormen groepjes, elk bestaande uit een grooteren en twee kleineren, die met eene gemeenschappelijke holte monden in het kanaal der pinnula. Aan de oppervlakte der voelertjes verheffen zich

1) *Compt. rendus* 1873 LXXV p. 805.

kleine papillen, elk bezet, aan haar stompe spits, met eenige stijve haartjes. Dat deze deelen tastorganen zijn, is derhalve hoogst waarschijnlijk 1).

WEEKDIEREN.

164. De huid der Weekdieren is overal gevoelig, waar zij niet door eene harde schaal overdekt is. Derhalve kunnen ook deelen, die overigens nog eene andere verrigting hebben, tot het ontvangen van tastindrukken gebezigd worden. Zoo: de vang- of kieuwarmen der Bryozoën, de kieuwarmen der Brachiopoden, de voet der Lamellibranchien en der Gasteropoden, de vangarmen der Cephalopoden; alsmede nog andere ligchaamsaanhangsels die bij sommigen voorkomen, bij anderen ontbreken, gelijk de sipho van vele Gasteropoden, de mantellobben en de kieuwaanhangsels aan den rug of de zijden van vele Opisthobranchien, enz.

Echter komen er ook bij vele Weekdieren deelen voor, die meer bepaaldelijk den naam van tastorganen verdienen. Of het mondklepje der zoetwater-Bryozoën daartoe behoort, is onzeker. Evenzoo bestaat er twijfel aangaande de rol welke de zonderlinge, als *avicularia* en *vibracula* onderscheiden toestellen van vele zeewater-Bryozoën vervullen (verg. bl. 91). Het met stijve kleine borsteljes bezette knobbeltje, dat bij sommige geopende avicularien te voorschijn komt, en de lange, bewegelijke, soms vertakte borstel waarin het benedendeel uitloopt, maken het echter waarschijnlijk dat deze deelen ook als tastzintuig dienen.

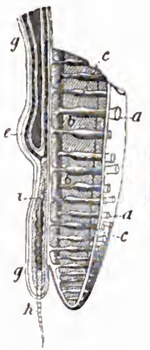
Met grootere zekerheid mogen de randborstels der Brachiopoden als tastwerktuigen worden beschouwd. Deze komen bij alle soorten dezer groep langs den mantelrand voor en zijn hetzij afzonderlijk, hetzij twee of drie bijeen, geplaatst in tamelijke diepe folliculi (fig. 400 volg. bl.), waaruit zij op eene enkele rij buiten de schelp uitsteken. Deze borstels zijn lang en

1) Uitvoeriger zijn deze voelers beschreven door WIJVILLE THOMSON in *Philos. Transact.* CLV part II p. 703, en vooral door PERRIER in *Archives de zoologie expérimentale*, 1873 p. 43.

spits, stijf en als het ware geringd. Zij zijn eenigermate zijdelings bewegelijk, waarschijnlijk ten gevolge der zamentrekking eener dunne spierstrook onder tegen den mantelrand.

Bij zeer vele Tunicaten worden bijzondere tastorganen geheel gemist. Onder de enkelvoudige Ascidien zijn er echter (*Cynthia* (fig. 401), *Boltenia)*, die een enkelen of dubbelen krans van

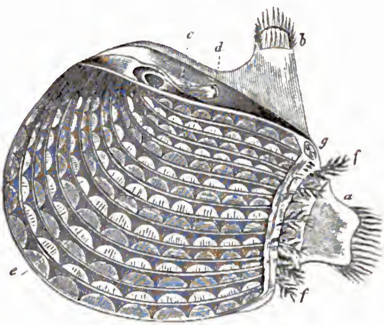
Fig. 400.



Overlangsche doorsnede van het randgedeelte van de schelklep en van den daartegen aan gelegen mantel van *Waldheimia flavescens*; bij geringe vergrooting. Naar Hancock.

a a buitenvlakte der schelp; *b b* doorsnede der schelp, met de van den mantel uitgaande en daarin doordringende buisjes *c c*; *d* groote mantel-sinus; *e* randvat; *f f* buitenste en *g g* binnenste oppervlakte des mantels; *h* borstel; *i* zijn folliculus.

Fig. 401.



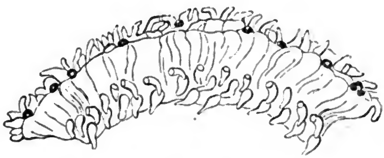
Cynthia Dione, overlangs geopend.
a buccaal-opening; *b* cloacaal-opening; *c* cloaca; *d* aars; *e* kieuwzak; *ff* voelers; *g* zenuwknoop.

voelers aan de buccaalopening en een dergelijken aan de cloaca-opening hebben. De binnenste dezer kransen aan eerstgenoemde opening komt echter niet naar buiten, maar de gevederde of vertakte voelers, zich naar elkander toebuigende, vormen een soort van zeeftoestel, waardoor het toetreden van grovere ligchaampjes in den kieuwzak met het voor de ademhaling dienende water verhinderd wordt.

Bij de Lamellibranchien zijn de vrije gedeelten van den mantelrand altijd bezet met

voelers, die bij eenigen (*Pecten*, vooral *Lima*) tamelijk lang en draadvormig zijn (fig. 402). Waar de mantel open is, is het

Fig. 402.



Mantelzoom met voelers en oogen van *Pecten*.

getal dezer voelers zeer aanmerkelijk; bij zulke soorten, waar de mantel zich grootendeels gesloten heeft, bevinden zich deze voelers nog alleen aan de randen der sipho-openingen. Dat al deze deelen tastorganen zijn, laat zich niet betwijfelen. Elke voeler ontvangt een takje uit de mantelrandzenuw. Minder zeker is het of de zoogenaamde mondvoelers der Lamellibranchien als zoodanig hier moeten vermeld worden. Dat deze deelen ook nog eene andere beteekenis hebben, is reeds vroeger (bl. 254) gezegd. Intusschen zijn zij, even als andere weeke ligchaamsdeelen, zeer gevoelig voor indrukken, en zij dienen derhalve voorzeker ter onderscheiding der zich aan den mond aanbiedende spijs. Welligt zoude men hen daarom veeleer als smaakorganen kunnen beschouwen.

In de klasse der Gasteropoden ontmoet men zeer algemeen (slechts *Chiton* uitgezonderd) aan den kop voelers, welke dien naam met volle regt verdienen. Zij zijn bewegelijke, al of niet voor uit- en instulping vatbare, meestal kegelvormige of draadvormige uitbreidingen van den huidspierzak, die hare zenuwen uit het protoganglion ontvangen. Hun normale getal, althans in de groep der Prosobranchien en der Heteropoden, is twee. Echter komen bij sommigen van dezen (b. v. *Turbo*, *Phasianella*) nog vingersgewijs ingesneden lobben aan den kop voor, die zonder twijfel ook tot tasten dienen; en bij verschei-

dene Opisthobranchien treft men twee of drie paren voelers aan, waaronder er echter dan zijn, die zich door hunne terugtrekbaarheid in scheden en door hun maaksel van de eigenlijke, niet voor terugtrekking vatbare, voelers onderscheiden en vermoedelijk de zetel van een ander zintuig, welligt van den reuk, zijn. Behalve de eigenlijke kopvoelers bezitten sommige Opisthobranchien ook nog zoogenaamde lipvoelers op het kopscherm. Wat de Pulmonaten aangaat, zoo hebben deze, even als de Prosobranchien, slechts twee ware voelers. Waar, gelijk bij de *Helicidae* en *Limacidae* vier voelers voorkomen, dragen twee daarvan de oogen en zijn derhalve eigenlijk als oogstelen te beschouwen. Ook bij de overige Gasteropoden bestaat doorgaans een naauw verband tusschen het gezigtszintuig en het tastzintuig. De oogen zijn namelijk meestal aan den wortel der voelers of iets hooger daaraan geplaatst.

Onder de Pteropoden hebben alleen die soorten voelers, welke een ontwikkelden kop bezitten, zooals *Clio*, met drie paren in scheeden terugtrekbare, *Cliopsis*, met twee paren, en *Pneumodermon*, met één paar voelers, die met kleine zuignapjes bezet zijn.

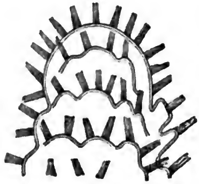
Wat het fijnere maaksel der voelers betreft, zoo is dit vooral aan die der op het land levende Pulmonaten onderzocht 1). De voelerzenuw zwelt nabij haar vooreinde tot een tamelijk aanzienlijk ganglion aan, vanwaar de zenuwtakjes naar het knopvormig uiteinde van den voeler stralen. Dit ganglion ligt in een soort van bekervormig hulsel, gevormd door de vooreinden van den *musculus retractor* die zich aan de binnenvlakte van het holle vooreinde inplant.

Bij een groot aantal Mollusken uit de klassen der Lamellibranchien, der Gasteropoden, der Heteropoden en der Cephalopoden zijn min of meer stijve haartjes of borsteltjes aan verschillende gedeelten der ligchaamsoppervlakte, inzonderheid aan de

1) KEFERSTEIN in *Klassen u. Ordnungen des Thierreichs*, III, 2 p. 1200 en W. FLEMMING. in *Archiv f. mikrosk. Anatomie*, 1870. Bd. 6 p. 439.

mantelranden, den voet en de voelers gevonden, derhalve aan deelen waar ook de tastzin het scherpst is 1). Deze haartjes (fig. 403) zijn mikroskopisch klein en penseelsgewijs tot bundeltjes vereenigd die op den buitenwaarts gekeerden rand van kegelvormige cellen staan, ongeveer als de cilien van het trilepithelium, waarvan zij zich echter onderscheiden doordat zij geene actieve beweging vertoonen en merkelijk minder buigzaam zijn. Het smalle achtereinde der cel zet zich in een fijnen draad voort, die vermoedelijk het uiteinde van een zenuwvezel is. De genoemde haartjes steken meestal buiten de cuticula een eindweegs uit; in eenige gevallen vertoonen zij zich echter daardoor overdekt. Of deze haartjesdragende cellen inderdaad tastcellen zijn, is echter wegens de groote fijnheid der haartjes nog eenigzins onzeker, al mogen zij in elk geval met waarschijnlijkheid als eindtoestellen van zintuigzenuwen beschouwd worden.

Fig. 403.



Spits van een voeler van *Carinaria*. Naar BOLL.

WORMEN.

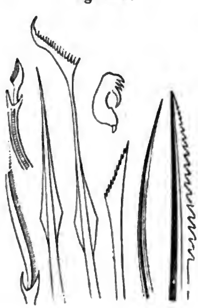
165. In de afdeeling der Wormen treden, in overeenstemming met het zeer verschillend maaksel der daaronder gerangschikte dieren, ook velerlei verschillende ligchaamsaanhangsels op, waarin de tastzin voornamelijk zetelt. Zoo: de bij sommige Dendrocoele Turbellarien (*Notoceroidea* en *Cephaloceroidea)* nabij het vooreinde aan den rug geplaatste twee voelers, welke dergelijke deelen der Gasteropoden herinneren; het lange, slurp

1) Men zie hierover: LEYDIG, *Lehrbuch der Histologie*, p. 106; CLAPARÈDE, *Arch. f. Anat. u. Phys.* 1857, p. 115, 130; FR. BOLL, *Arch. f. mikrosk. Anatomie* 1869, Supplem. p. 47; W. FLEMMING, *Archiv f. mikrosk. Anat.* 1869, Bd. V p. 456 en 1870 Bd. VI. p. 459.

genoemde deel van *Thalassema* en *Bonellia*, bij welk laatste geslacht het in twee hoornen eindigt; de voelerkrans rondom den mond bij de *Sipunculina;* de verschillende, onder de namen van ranken (*cirri*), voeldraden of sprieten (*antennae*), voelers of tasters (*palpi*, *antennulae)* of kieuwen onderscheiden ligchaamsaanhangsels der Chaetopoden. Al deze deelen stemmen onderling in zoo verre overeen, dat zij eenvoudige uitbreidingen van den huidspierzak zijn, en dat daarin huidzenuwen treden.

Maar in zeer vele gevallen bevinden zich daar of ook op andere plaatsen der ligchaamsoppervlakte nog stijve haren of borstels, die meer in het bijzonder tot overdraging van den tastindruk dienen, doordat, — gelijk althans bij eenige Chaetopoden is waargenomen, — hun binneneinde stuit tegen cellen of groepjes van cellen, waarin fijne zenuwtakjes uitloopen. Zulke tastharen komen zeer algemeen voor bij de Turbellarien, waar zij dan eens over het geheele ligchaam verbreid zijn, dan weder meer in het bijzonder opeengehoopt aan het kopeinde des diers. Dergelijke borstelharen bestaan ook algemeen bij de *Gasterotrichae*, waar zij bij de onderscheidene soorten nog verschillende plaatsen innemen. Bij *Sagitta* bevinden zich desgelijks stijve borstels ter weerzijde van den kop. Ook bij eenige Gephyreën *(Echiurus*, *Sternaspis)* zijn bepaalde ligchaamsgedeelten daarvan voorzien. Het algemeenst verbreid zijn zij echter in de orde der Chaetophoren of Borstelwormen, die ook daarnaar haar naam draagt. Hier bereiken zij ook dikwijls eene aanmerkelijke grootte en nemen allerlei vormen aan (fig. 404). Zij treden uit openingen aan de huid, meestal aan die der voetstompjes naar buiten en kunnen door eigene spieren bewogen worden (fig. 129 bl. 131).

Fig. 404.

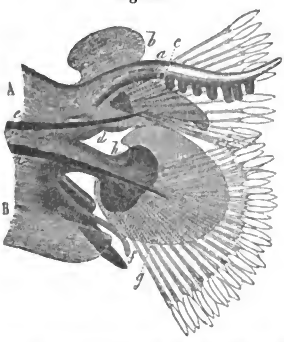


Eenige vormen van borstels van Chaetopoden.

Ook zijn deze deelen geenszins uitsluitend bestemd tot het overbrengen van tastindrukken, maar zij dienen tevens tot steun bij de voortbeweging van het dier, welligt ook, — te oordeelen naar de pijl- of zaagvormige gedaante in verscheidene gevallen, — als verdedigingswapenen. Uitsluitend tot tasten, of althans tot eene zintuiglijke waarneming bestemd, zijn daarentegen andere, bij eenige Chaetopoden aan de cirri verspreid staande, zeer kleine, cylindrische deelen, die in eene met fijne haartjes bezette, stompe spits eindigen. In elk dezer deelen treedt een takje van de cirruszenuw 1). Deze kleine organen naderen zeer tot dergelijke, die bij vele Crustaceeën voorkomen.

Minder algemeen verbreid zijn de zoogenaamde tastpapillen. Men verstaat daaronder tepel- of wratvormige verhevenheden, voor een deel bestaande uit eene plaatselijke verdikking der cuticula, met een kleine opening daarin, welke toegang geeft tot een kanaaltje, in welks bodem eene huidzenuw eindigt. Zulke tastpapillen komen algemeen voor bij de Nematoden 2), op of achter de lippen, alsmede in den omtrek der mannelijke genitaal-opening. Eenigermate hiermede vergelijkbaar zijn ook de tepelvormige huidverdikkingen van *Sphaerularia*, van sommige Borstelwormen (*Sphaerodorum*) en Hirudiniden (*Pontobdella*).

Fig. 405.



Een der achterste voetjes van *Heteronereis Oerstedii*, naar QUATREFAGES; vergroot.
A rugvin; B buikvin; *a* rugcirrus; *b c* kleuwaanhangsels van den rugcirrus; *d* borsteldragende tepel der rugvin; *f* buikcirrus; *h* borsteldragende tepel der buikvin; *g* bladerige uitbreiding daaraan; *e i* stekels.

1) Zie de beschrijving dezer deelen bij *Hermadion fragile* door CLAPARÈDE, in zijne *Annélides chétopodes du golfe de Naples*, 1868 p. 75.

2) A. SCHNEIDER, *Monographie der Nematoden*, Berlin 1866, p. 235 en 242.

GELEDE DIEREN.

166. In de groep der Gelede dieren is wel is waar meestal een groot gedeelte van het met een chitinepantser bekleede ligchaam weinig of niet gevoelig voor uitwendige indrukken. Toch zijn er aan dit pantser altijd plekken, waar het chitinevlies week en buigzaam is, en die derhalve gemakkelijker zulk een indruk ontvangen; en bovendien wordt het chitinebekleedsel doorboord door openingen of kanalen, waarboven haartjes of borsteltjes staan, die aan hun binneneinde met celgroepen in verband staan, waarin eene huidzenuw eindigt. Het zenuwtakje zwelt namelijk tot een klein spoelvormig ligchaampje aan, dat uit eenige cellen bestaat, en daaruit treedt dan een zeer fijn vezeltje in de holte van elk tasthaar. Het zijn zulke haartjes, welke dan eens enkelvoudig en spits toeloopend, dan weder gevederd, soms meer staafvormig, als **tastharen**, **tastborsteljes** of **taststaafjes** (fig. 413 bl. 614) van andere haarachtige ligchaamsaanhangsels onderscheiden worden, welke laatste niet anders dan uitbreidingen van het chitinebekleedsel zijn en tot den tastzin in geene betrekking staan 1).

Deze tastborsteltjes of taststaafjes nu kunnen op zeer verschillende plaatsen van het ligchaam van een Geleed dier voorkomen. Inzonderheid echter worden zij aangetroffen aan of nabij de einden der verschillende soorten van ledematen: sprieten, monddeelen en pooten. Omtrent de morphologische beteekenis der verschillende aldus genoemde deelen is vroeger (bl. 147 en volg.) het noodige gezegd. Daarbij is gebleken dat morphologisch aequivalente ledematen bij dieren, die tot verschillende groepen

1) Men zie over deze tastorganen van Insekten en Crustaceeën: LEYDIG in *Zeits. f. Wiss. Zool.* 1851 p. 292; in *Lehrb. d. Histologie* 1857 p. 211; in *Archiv f. Anat. u. Phys.* 1859 p. 62, 1860 p. 265; in zijne *Naturgeschichte der Daphniden* 1860 p. 42; CLAUS, *Die freilebenden Copepoden* 1863 p. 52; WEISSMANN in *Zeits. f. wiss. Zoologie* 1866, XVI p. 67; LEMOINE in *Ann. d. scienc. natur. Zool.* 1868, 5me sér. IX p. 162; GRIMM in *Mém. de l'Acad. de St. Petersbourg*, 1869, p. 66; JOBERT in *Ann. d. scienc. natur.* 1872, 5me sér. XVI p. 140.

behooren, geenszins altijd ook in den physiologischen zin, d. i. ten opzigte der hoofdverrigting, overeenstemmen. De daarin huisvestende tastzin is dan ook altijd slechts als eene bijkomende verrigting te beschouwen. Dit is duidelijk voor de tot voortbeweging dienende ledematen, de pooten, waar de tastzin voornamelijk zetelt in de laatste leedjes van den tarsus. Dat ook de vliezige, dikwijls met haartjes bezette aanhangsels der monddeelen, bepaaldelijk de voelers *(palpi)*, tot tasten worden gebruikt, laat zich niet betwijfelen. Wat de sprieten van Insekten en Crustaceën betreft, zoo zijn deze wel is waar ook de zetel van een tastgevoel; toch zijn zij geenszins bij uitsluiting tastorganen maar kunnen ook de dragers van nog andere zintuigen (reuk, gehoor) zijn. Wij komen hierop beneden terug.

SMAAK- EN REUKZINTUIGEN.

167. Wij vereenigen beide deze zintuigen onder één hoofd, omdat het zich in vele gevallen onmogelijk met zekerheid laat uitmaken of eenig zintuig, dat men bij een dier uit een der klassen van Ongewervelde dieren aantreft, de gewaarwording, die wij smaak, of wel die welke wij reuk noemen, opwekt. Dat dieren, die hun geheele leven in het water doorbrengen, zelfs niet rieken kunnen, in den zin, dien wij aan dit woord hechten, spreekt van zelf. Dit geldt zelfs reeds van de Visschen. Toch hebben deze reukzintuigen in den anatomischen zin (verg. Dl. II bl. 483).

Eigenlijk is het zelfs moeijelijk smaak- en reukzintuigen, vooral de eerste, scherp van tastzintuigen te scheiden. Smaak kan alleen in een verfijnd tastgevoel bestaan, dat zetelt in of om den mond of in de daarop volgende holte, waarin de spijzen het eerst worden opgenomen. Dat alle dieren die eenen mond bezitten, welke willekeurig kan geopend en gesloten worden, het vermogen bezitten om de spijzen te onderscheiden en daaruit alleen diegene te kiezen en optenemen welke hun welgevallig en derhalve vermoedelijk ook het geschikst voor hunne voeding zijn, laat zich wel is waar niet betwijfelen. Toch kan men slechts zelden op bijzondere daartoe strekkende organen wijzen, die niet tevens welligt tastorganen of reukorganen zijn. De eenige grond om zulk een orgaan meer in het bijzonder als smaakorgaan te beschouwen, is dan gelegen in de plaats die het inneemt, namelijk in de nabijheid der opening, waardoor de spijs wordt opgenomen.

PROTOZOËN, COELENTERATEN, ECHINODERMEN.

168. Onder de afdeelingen der Protozoën en der Coelenteraten komen geene soorten voor, bij welke men bijzondere smaak- of reukzintuigen heeft kunnen onderscheiden.

Evenmin kent men deze bij de Echinodermen, tenzij men de boven (bl. 594) vermelde, door LOVÉN ontdekte sphaeriden als smaakorganen wil duiden. Dat ook het voelervormige deel, waarin de zenuwstam in elken arm eener Asterie uitloopt (zie bl. 593), geen bloot tastorgaan is, maar welligt eene met den reuk vergelijkbare gewaarwording geeft, kan mede vermoed worden.

WEEKDIEREN.

169. Eerst in de afdeeling der Weekdieren treden organen op, die met meer of minder regt als smaak- of reukorganen kunnen worden beschouwd.

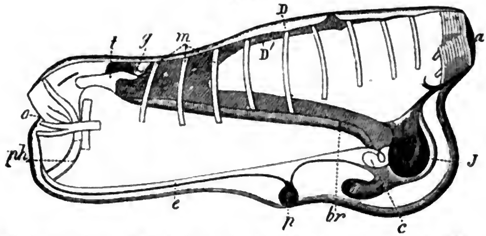
De plaats, door het met cilien aan de binnenvlakte bezette mondklepje der zoetwater-Bryozoën *(Lophopoda)* ingenomen, doet daarin een reuk- of smaakzin vermoeden.

Bij de Brachiopoden kent men geene organen, waarin een smaak- of een reukzin zoude kunnen gezeteld zijn.

Ook bij de Tunicaten is het nog onzeker in hoever sommige, vooraan in den kieuwzak zich bevindende, deelen als reukzintuigen te beschouwen zijn Als zoodanig komt een met trilcilien omzet groefje in aanmerking, dat bij de Ascidien wordt aangetroffen. Het bevindt zich onder het voorste gedeelte van het ganglion en schijnt daarmede in innig verband te staan. Ook bij de Salpen bestaat eene schotelvormige trilgroeve, welke voor de voorste inplanting van den kieuwband, d. i. digt onder het ganglion, gelegen is (fig. 406 volg. bl).

Dat de mondvoelers of mondlobben der Lamellibranchien deelen zijn, waarin waarschijnlijk de smaak huisvest, is reeds boven (bl. 596) gezegd.

Fig. 406.

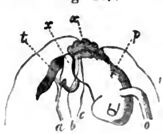


Salpa africana-maxima. Geslachtlooze vorm, een nog jong dier, van de linkerzijde gezien. Naar H. MÜLLER. *J nucleus*, waarin het spijsverteringskanaal opgerold ligt; D buitenste hulsel; D' binnenste hulsel; *o* buccaalopening; *a* cloacaalopening; *m* spieren; *g* zenuwknoop met het rudimentaire oog; *t* trilgroefje; *br* kieuw; *ph* trilstreep van het vooreinde der kieuw naar de buikgroeve; *e* buikgroeve met den endostyl; *c* hart; *p* overblijfsel der placenta, *d* overblijfsel van den elaeoblast.

Met het optreden van een kop vertoonen zich ook duidelijker organen, die voor reukzintuigen kunnen worden gehouden, ofschoon ook hier nog twijfelingen bestaan.

Dat de op het land levende Pulmonaten riekende zelfstandigheden op eenen afstand gewaar worden, schijnt op grond van genomen proeven (door MOQUIN-TANDON, LESPÉS e. a.) niet betwijfeld te kunnen worden. Over den eigenlijken zetel der reukwaarneming is men het echter nog oneens. Eenigen plaatsen deze in de kleinere voorste voelers, anderen in de grootere achterste voelers, die ook de oogen dragen, weder andere i alle vier de voelers 1).

Fig. 407.



xx Vermoedelijk smaak- of reukzintuig van *Limax variegatus*; *a*, *b*, *c* zich daarheen begevende zenuwen; *p pharynx*; *o* slokdarm; *t* ingetrokken voeler. Naar SEMPER.

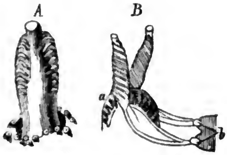
Met meer grond mag een door SEMPER 2) bij verscheidene soorten van Pulmonaten aangewezen orgaan hetzij als een reuk- of als een smaakorgaan worden beschouwd (fig. 407). Het is een tamelijk groot, uit verscheidene lobben bestaand

1) C. VELTER, *Diss. inaug. de sensu olfactus Gasteropodum.* Bonn, 1865.

2) *Zeits. f. Wiss. Zool.* 1856, VIII. p. 366.

deel, dat vooraan in den mond, ter weerzijde aan de voorste plaats van zamenhang der pharynx met de uitwendige huid, zich bevindt en verscheidene zenuwtakken uit het protoganglion ontvangt.

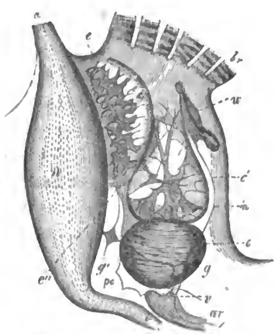
Fig. 408.



A Reukvoeler van *Doris*; B reukvoeler van *Antiopa*; *a* kamachtig deel tusschen de voelers; *b* zenuwen uit het reukganglion in den voeler. Naar HANCOCK.

Boven (bl. 597) is reeds gezegd dat bij verscheidene naaktkieuwige Gasteropoden uit de groep der Opisthobranchien de achterste voelers een eigendommelijk maaksel vertoonen, dat aan HANCOCK aanleiding heeft gegeven om hen voor reukorganen te houden. Zij zijn namelijk (fig. 408), hetzij over hunne geheele oppervlakte of aan hun verdikt uiteinde, voorzien van regelmatige, uitspringende, met trilcilien bezette plooijen, die, al naar gelang der soort, nog op verschillende wijze geplaatst zijn. Deze structuur herinnert inderdaad eenigermate die van het neusslijmvlies der Visschen. Naar deze plooijen begeven zich zenuwen, welke komen uit een klein ganglion, waartoe de voelerzenuw aanzwelt.

Fig. 409.



Gedeelte van *Pterotrachea mutica* met het trilorgaan *w*; naar GEGENBAUR. Vergroot.

n darm; *a* aars; *br* kieuwen; *e* nier; *e'* haar buitenste opening; *e''* haar binnenste opening; *c* hart; *c'* voorkamer; *ar* aorta; *v* twee klepjes; *pc* hartezakje; *g* tritoganglion; *g'* ingewanden-zenuwknoop; *n'* zenuwtak naar het trilorgaan.

Bij vele Mollusken komt in de nabijheid der ademhalingsorganen een deel voor, dat zonder twijfel een zintuig is, ofschoon de aard

der daardoor opgewekte gewaarwording onbekend is. Het langst bekend is dit orgaan bij de Heteropoden, waar het den naam van tril- of wimperorgaan heeft ontvangen (fig. 409 *w*). Het is gelegen aan de basis der kieuwen, op eenigen afstand onder de aarsopening, bij diegenen, welke een schelp bezitten, vooraan in de mantelholte, en vertoont zich als eene spleet- of schotelvormige diepte, welke van verdikte, met trilcilien bezette randen omgeven is. Deze randen zijn contractiel, zoodat zij zich openen en sluiten kunnen. Onder dit orgaan bevindt zich een ganglion, dat door een zenuw met het tritoganglion verbonden is.

Bij de *Thecosomata* onder de Pteropoden bevinden zich aan den ingang der mantelholte vier op een dwarse lijn geplaatste trilorganen en voorts nog aan de binnenvlakte des mantels een desgelijks met trilcilien bezet, halvemaanvormig deel, dat als mantel- of trilschild onderscheiden is. Het enkelvoudige trilorgaan van *Pneumodermon* is radvormig.

Als met de genoemde trilorganen der Heteropoden homoloog, meenen wij ook een door Lacaze-Duthiers 1) bij eenige in het water levende Pulmonaten ontdekt orgaan te moeten beschouwen. Het is gelegen achter en boven de ademhalingsopening, d. i. aan het begin der mantelholte. Daar bevindt zich eene kleine, met trilcilien omzette, trechtervormige groeve, die geleidt in een kanaaltje, hetwelk in een enkelvoudigen (bij *Planorbis*, *Physa*) of dubbelen (bij *Limnaea*) blindzak eindigt. Deze rust op en wordt gedeeltelijk omvat door een ganglion, waarin een tak der mantelzenuw uitloopt.

Ook bij eenige Prosobranchien wordt terzelfder plaatse een dergelijk orgaan, ofschoon van iets andere gedaante, aangetroffen 2). De plaats door dit orgaan bij onderscheidene groepen van Gasteropoden en Pteropoden ingenomen, maakt het waarschijnlijk dat het, indien het ook al geen eigenlijk reukorgaan is, toch voor een deel een dergelijke rol vervult als de neus

1) *Archives de zoologie expérimentale* 1872 No. 4, p. 483.
2) Ibid. p. 492.

bij de in de lucht levende Gewervelde dieren, dat het namelijk den dienst van wachter voor de ademhalingsorganen doet.

Met meer zekerheid echter kunnen bij de Cephalopoden bijzondere reukorganen worden aangewezen. Zij zijn onder en achter de oogen gelegen. Bij de Dibranchiaten bevindt zich aldaar ter weerszijde eene kleine opening, welke bij de Decapoden merkelijk duidelijker is dan bij de Octopoden. Deze opening geleidt in een kanaaltje. In de wanden daarvan verbreiden zich de takjes der reukzenuw, die uit het protoganglion ontspringt, naast de gezigtszenuw, en door de oogholte heen zich naar het reukorgaan begeeft. Bij *Nautilus* is dit maaksel in zoo verre gewijzigd, dat zich de opening van het reukorgaan niet op gelijke hoogte als de naburige huid, maar aan het einde van een dik, kort, voelervormig uitsteeksel bevindt, met een uitpuilend lapje aan de eene zijde, dat als een klepje de opening sluiten kan. Het kanaaltje, waartoe deze opening geleidt, is met een overlangs geplooid slijmvlies bekleed, waarin Keferstein 1) dergelijke cellen waarnam als die welke bij de Gewervelde dieren als reukcellen bekend zijn (Dl. II bl. 482).

Behalve de reeds genoemde deelen zijn er echter nog andere kleinere, die in de huid der Mollusken op onderscheidene plaatsen des ligchaams worden aangetroffen en van welke men met eene aan zekerheid grenzende waarschijnlijkheid mag aannemen dat zij eindtoestellen van zintuigen zijn, ofschoon de eigenlijke aard der daardoor opgewekte gewaarwording onbekend is. Daartoe behooren de reeds boven (bl. 598) vermelde, met haartjes, borsteltjes of staafjes aan haar buiteneinde bezette cellen, die, uit hoofde der fijnheid en teerheid dezer deelen, in welk opzigt zij tot die der reukcellen en gehoorcellen naderen, waarschijnlijk voor fijnere gewaarwordingen dienen dan die welke door bloot tasten ontstaan.

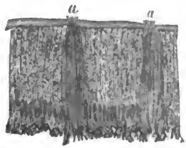
Voorts worden bovendien op vele plaatsen aan de oppervlakte

---

1) *Klassen und Ordnungen des Thierreichs*, Bd III, 2te Abth. p. 1381.

van het ligchaam van een aantal Mollusken nog de naar buiten uitstekende, glinsterende spitsjes van tot bundeltjes vereenigde zeer fijne en smalle cellen aangetroffen (fig. 410), die dergelijke cellen in de zoogenaamde bekervormige organen der Visschen (Dl. II, bl. 477) en der smaakbekers in de tongpapillen der Zoogdieren herinneren 1).

Fig. 410.



Epithelium der slurpspits van *Pterotrachea coronata*, met bekervormige organen. Naar BOLL.

Ook de zeer kleine over het geheele ligchaam der Heteropoden verdeelde plekjes, die zich van het overige epithelium onderscheiden door de aanwezigheid van trilcilien, terwijl er bovendien een huidzenuwtakje onder eindigt, zijn, volgens het zeer waarschijnlijke vermoeden van KEFERSTEIN 2), als eindtoestellen van zintuigzenuwen te beschouwen.

Eindelijk komt ook in den trechter der Cephalopoden een door H. MÜLLER 3) ontdekt eigendommelijk orgaan voor, waarin men geneigd kan zijn een zintuig te vermoeden. Het vertoont zich als eene vlakke verhevenheid van verschillende gedaante aan de binnenzijde des trechters. De witachtige buitenvlakte bestaat uit cellen, welke staafjesvormige, het licht sterk brekende ligchaampjes bevatten, die gelijken op dergelijke staafjes, als ook in de bekleedselen van vele Wormen voorkomen.

WORMEN.

170. Organen, welke met waarschijnlijkheid als smaak- of reukorganen kunnen worden geduid, zijn in de afdeeling der Wormen slechts weinig bekend.

De Nemertinen hebben ter weerzijde van hun kopeinde een orgaan, het **zijdeorgaan** (fig. 411 *cc*), dat uit eene kortere of

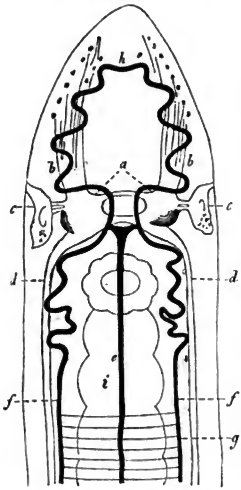
1) BOLL, in *Arch. f. mikrosk. Anat.* 1869, *Supplem.* p. 50.

2) *Klassen und Ordnungen*, Bd. III, 2te Abth. p. 887. Verg. ook BOLL, l. c p. 58.

3) *Zeits. f. wissensch Zool* IV. p. 339.

langere groeve bestaat, waarvan de bewegelijke, met trilcilien bezette randen zich openen en sluiten kunnen. Naar dit orgaan begeeft zich een sterke zenuw, die ter weerszijde uit het kopganglion komt, en waarvan dit orgaan blijkbaar de eindtoestel is 1). Dergelijke, hoewel kleinere trilgroeven zijn ook bij eenige Rhabdocoele Turbellarien en bij *Polygordius* aangetroffen. Ook zijn daarmede de boven (bl. 607) vermelde tril- of wimperorganen der Heteropoden en Pteropoden vergelijkbaar.

Fig. 411.



Kopeinde van *Borlasia anglica*. Half schematisch. Naar KEFERSTEIN.

a Zenuwknoopen; *b b* takken naar de oogstippen; *c c* zijdeorganen; *d d* zijdelingsche zenuwstammen; *e* rugvat; *f f* zijdevaten; *g* vaatbogen; *h* voorste verbindingslis; *i* spijsverteringskanaal.

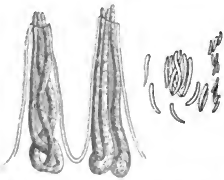
Bij verscheidene Hirudiniden vond LEYDIG 2) in de huid kleine bekervormige holten, die inwendig bekleed zijn met kringsgewijs geplaatste glasheldere cellen, welke in stijve staafjes eindigen. Deze **bekervormige organen**, welke in het grootste aantal nabij het kopeinde, in geringer aantal aan de achterwaarts gelegen ligchaamssegmenten staan, zijn ongetwijfeld zintuigen. Tastzintuigen kunnen zij echter bezwaarlijk zijn, evenmin als de boven (bl. 610) vermelde daarmede vergelijkbare bekervormige organen in andere afdeelingen. Mo-

1) Men zie over de zijdeorganen der Nemertinen: KEFERSTEIN, *Zeits. f. wiss. Zool.* XII. p. 82, waar ook de vroegere literatuur te vinden is.

2) *Archiv f. Anat. u. Phys.* 1861, p. 599.

gelijk zijn ook, gelijk GEGENBAUR vermoedt, de door KEFERSTEIN en EHLERS 1) bij *Sipunculus* gevonden en als huidklieren beschreven kleine holten in de huid dergelijke organen. GRUBER 2) houdt deze echter voor kliertjes.

Fig. 412.



Papillen met staafjesklieren en staafjes uit den slurp van *Eulalia virifera*, bij geringe vergrooting. Naar CLAPARÈDE.

Met deze organen min of meer verwant zijn voorts ook de staafjescellen en staaforganen, welke in de huid der Turbellarien en van vele Chaetopoden, vooral in die der voetstompjes maar ook aan den slurp, worden aangetroffen (fig. 412). Ook omtrent de ware beteekenis dezer deelen moet men echter het oordeel opschorten, te meer, daar het nog niet gebleken is dat zij eindtoestellen van zenuwen zijn.

GELEDE DIEREN.

171. Ofschoon het niet betwijfeld kan worden dat zeer vele Gelede dieren, met name het meerendeel der Insekten, eenen reukzin bezitten, zoo is het er echter nog verre af, dat men met zekerheid de daarvoor dienende zintuigen kan aanwijzen.

Men heeft den reukzin beurtelings gezocht in de ademgaten, in de sprieten, in den mond en in de dezen begrenzende deelen.

De eenige grond om dien in de ademgaten te plaatsen was, dat bij de in de lucht levende Gewervelde dieren de neusopening tevens een toegang is tot de ademhalingsorganen. Men ziet ligtelijk in dat deze grond zeer zwak is, en daar dit gevoelen geenszins gesteund wordt door het maaksel der organen zelve, noch ook door daaromtrent genomen proeven, zoo kan het buiten rekening gelaten worden.

Daarentegen bestaan er geldige redenen om de sprieten als

1) *Zoologische Beiträge*, p. 39.

2) *Sitzungsber. d. k. Akad.*, 2te Abth. 1873, Bd LXVI, p. 74.

de zetel van den reukzin te beschouwen. Reeds Réaumur, Rösel en Lyonet deden dit. Eene nadere bevestiging leverden de physiologische proefnemingen van Perris 1), van Baltzer 2) en van Dönhoff 3). De eindtoestellen, waardoor de gewaarwording tot stand komt, zijn echter nog geenszins met elke bedenking buitensluitende zekerheid aangetoond. Tweederlei deelen zijn als zoodanig beschouwd. Erichson 4) en ook Burmeister 5) hielden kleine, reeds vroeger door Dugès ontdekte groefjes, welke op onderscheidene wijze bij verschillende Insekten aan de oppervlakte der sprieten verspreid zijn, voor de zetels van den reukzin. Diezelfde deelen werden echter later door Lespès 6) en door Hicks 7) voor gehoorzintuigen verklaard. De ongegrondheid hiervan werd door Claparède 8), later ook door Leydig 9) aangewezen. Inderdaad is het meer dan twijfelachtig of de bedoelde groefjes wel in het geheel zintuigen zijn en niet veeleer dergelijke huidporien als ook elders aan het chitinepantser der Gelede dieren voorkomen.

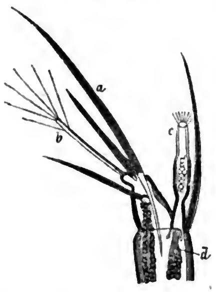
Laatstgenoemde waarnemer beschouwt, als eigenlijke reukororganen der sprieten, kleine haarachtige deelen, die zich van andere haren en ook van de tastharen onderscheiden door de gedaante. Zij zijn namelijk meer cylindrisch, soms in het midden iets aangezwollen; de top is stomp of eindigt in een of meer zeer dunne, staafvormige deeltjes, welke daaruit naar buiten steken. Ook zijn zij, vooral in hun buitenste gedeelte, merkelijk doorschijnender, d. i. dunwandiger dan andere haren. In verscheidene gevallen kon Leydig een takje der voelerzenuw daarin vervolgen. Dergelijke deelen nu, als reukstaafjes of reuk-

---

1) *Annales des sciences naturelles Zool* 1850, 3me sér. T. XIV. p. 149.
2) *Archiv f. Naturgeschichte* 1864, I. p. 166.
3) *Archiv f. Anat. u. Physiol.* 1872, p. 592.
4) *De fabrica et usu antennarum in insectis.* Berol. 1847.
5) *Zeitung f. Zoologie*, 1848, Bd I. No. 7.
6) *Annales des sciences naturelles Zool.* 1858, 4me sér. T. IX p. 225.
7) *Journal of the proceedings of the Linnean Society. Zoloog.* II. p. 147.
8) *Annales des sciences naturelles. Zool.* 4me sér. T. X. p. 236.
9) *Archiv f. Anat. u. Phys.* 1860, p. 277.

kegels door hem onderscheiden, worden ook aan de sprieten van Myriapoden en Crustaceeën gevonden. Bij de Decapoden komen zij niet voor aan de buitenste en langste sprieten, maar aan de binnenste, en wel aan den naar buiten gekeerden tak van dezen. Ook bij de Amphipoden, Isopoden (fig. 413) Phyllopoden en Cladoceren worden zij aan de binnenste of achterste sprieten aangetroffen. De zoogenaamde spoor in den nek der Rotatorien (fig. 414) schijnt mede een dergelijk zintuig te zijn.

Fig. 413.



Eindleden van een der korte sprieten van *Asellus aquaticus*. Sterk vergroot. Naar Leydig.

a gewone, niet met zenuwen zamenhangende haren; *b* tastborstel; *c* reukkegel (?); *d* zenuw.

Of nu deze deelen inderdaad reukzintuigen zijn, is evenwel nog geenszins als uitgemaakt te beschouwen. Geheel dergelijke aanhangsels worden namelijk ook gevonden aan de mondvoelers van vele Insekten. Ook Paasch 1) plaatst het reukorgaan in den mond, maar in eene kleine holte tusschen de bovenlip en een bewegelijk daarmede verbonden plaatje. Bij de Kreeft meent Lemoine 2) het reukorgaan gevonden te hebben in twee voor de oogknobbels geplaatste en binnenwaarts in de pantserholte puilende, hoornvormige uitsteeksels, welke elk eene kleine buitenwaartsche opening hebben, die in een inwendig met zeer fijne haartjes bezette holte voert. Eene van de voorvlakte van het protoganglion ontspringende zenuw zoude zich daarheen begeven.

Fig. 414.



Voorste gedeelte van het ligchaam van *Rotifer vulgaris* van ter zijde gezien.

n stijve borsteltjes; *c* oog; *o* spoor (reukkegel ?); *d* voormaag; *e* kaauwtoestel.

1) *Archiv f. Naturgeschichte* 1873, p. 261.

2) *Ann. d. sc. natur. Zool.* 1868. 5me sér. T. IX. p. 169.

GEHOORZINTUIGEN.

172. De zekere duiding van eenig orgaan als gehoorzintuig biedt over het algemeen geringere zwarigheden aan dan de herkenning der reukzintuigen. Bij zeer vele Ongewervelde dieren treft men namelijk zakvormige deelen aan, waarin een of meer grootendeels uit koolzuren kalk bestaande ligchaampjes, gehoorsteenen of otolithen, bevat zijn, even als in het *vestibulum* van het gehoororgaan der Gewervelde dieren (Dl. II bl. 490, 495). De overeenkomst is nog grooter in den embryonalen toestand van dezen, dan namelijk wanneer de geheele doolhof nog slechts door een enkel, ter zijde van de hersenen gelegen, blaasje vertegenwoordigd wordt (Dl. II. bl. 696). Inderdaad kan men zeggen, dat dan tijdelijk het maaksel van het gehoororgaan van een Gewerveld dier gelijk is aan datgene hetwelk bij zeer vele Ongewervelde dieren de blijvende toestand is, waarboven het zich bij dezen nimmer verheft. Zulk een otolithen bevattend blaasje of zakje, ook wel met den naam van otocyst aangeduid, is dan de eindtoestel der gehoorzenuw. Deze laatste ontspringt bij de bilaterale dieren meestal regtstreeks uit het protoganglion. Toch ontbreekt het ook niet aan gevallen, waarin die oorsprong onzeker is en waarin het althans den schijn heeft alsof de gehoorzenuw uit een der achterwaarts gelegen knoopen zijn oorsprong neemt. Daar het echter reeds bij eenigen gebleken is, dat zich dan de gehoorzenuw door de commissuren heen naar het protoganglion vervolgen laat, zoo is het vermoeden niet ongegrond, dat ook bij anderen zulk een werkelijk verband met het protoganglion bestaat, ook daar waar de eindtoestel,

d. i. de otocyst, op grooten afstand van het vooreinde des diers is gelegen.

Wat het maaksel van dien eindtoestel zelven betreft, zoo biedt dit wel is waar nog verschillen aan. Waar men echter gelegenheid had zijn maaksel grondig te onderzoeken, vertoont zich een otocyst meestal als een min of meer bolvormig zakje, gevuld met een doorschijnend vocht, *endolympha*, en otolithen in verschillend aantal, nu eens een enkelen en dan grooteren, dan weder meerdere en dan natuurlijk kleinere. Ook de gedaante dezer otolithen biedt verschillen aan. Somtijds zijn zij zuiver bolvormig, in andere gevallen meer onregelmatig, maar toch met bolle oppervlakten, in nog andere hoekig, kristalachtig. Zij bestaan geenszins enkel uit kalkzouten, maar deze zijn verbonden aan eene organische grondlaag. In werkelijkheid zijn de otolithen niet anders dan verschillende vormen van calcosophaeriten 1). Tegen of tusschen deze otolithen strekken zich niet zelden tamelijk stijve haartjes uit, die uitgaan van de epitheliumcellen, welke den binnenwand van het gehoorzakje bekleeden, en beantwoorden aan dergelijke deelen, welke ook in het gehoororgaan van Gewervelde dieren worden aangetroffen (Dl. III bl. 507). Men mag derhalve veilig aannemen, dat het deze gehoorhaartjes zijn, welke de in de endolympha opgewekte trillingen naar de gehoorzenuw overbrengen, daarbij geholpen door de beweging der harde otolithen, welke met die haartjes in aanraking komen.

Er zijn evenwel een groot aantal soorten van Ongewervelde dieren, die zulke otocysten geheel missen, in weerwil dat men met zekerheid weet dat zij een scherp waarnemingsvermogen voor geluiden bezitten. In zulke gevallen, waar ons de analogie met de Gewervelde dieren niet meer steunt, is de zekere aanwijzing der zintuigen, die de geluidstrillingen waarneembaar maken, uiterst moeijelijk, dikwerf onmogelijk. En ook dan

1) Verg. bl. 169 en mijne *Mémoire de morphologie synthétique sur la production artificielle de quelques formations organiques*, 1872, *Verh. d. Kon. Akad. v. Wet.* Dl. IV. p. 69.

wanneer men bij zulke dieren bijzondere organen aantreft, die, blijkens hun geheel maaksel en om de daarheen gaande zenuwen, als zintuigen moeten worden beschouwd, maar noch tast- noch reuk- noch gezigtszintuigen kunnen zijn, dan heeft men wel het regt te vermoeden dat daarin het vermogen tot waarneming van geluiden zetelt, inzonderheid wanneer daaraan deelen kunnen worden aangewezen, die door geluidsgolven in trilling kunnen worden gebragt; maar ook dan nog kan men betwijfelen of men zulke deelen gehoorzintuigen mag noemen, omdat in elk geval de aard der gewaarwording eene geheel andere moet zijn dan die welke wij hooren noemen. Wanneer wij desniettemin voortgaan met hun dien naam te geven, dan is het alleen omdat wij ons onbekende gewaarwordingen bezwaarlijk met een bijzonderen naam kunnen bestempelen.

COELENTERATEN.

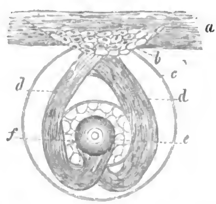
173. Organen, die als gehoorzintuigen kunnen worden beschouwd, worden geheel gemist bij alle Protozoën alsmede bij de vastzittende vormen uit de afdeeling der Coelenteraten. Zij treden eerst op bij de vrij levende geslachtsdieren der Hydrozoën en bij de Ctenophoren.

Bij de eersten, gewoonlijk Medusen genoemd, kent men reeds sedert lang aan den rand van het scherm geplaatste en daarom randligchaampjes genoemde deelen. Bij de kleinere geslachtsdieren der Hydromedusen alsmede bij vele Trachymedusen (*Geryonidae*, *Aeginidae*, *Trachynemidae*) liggen deze onbedekt, hetzij nog in de schermzelfstandigheid zelve, of daaruit slechts weinig naar buiten puilende, of eindelijk van een zeer kort steeltje voorzien. Bij de hoogere vormen, de Eumedusen en eenige Trachymedusen (*Charybdeidae*), zijn zij daarentegen niet alleen altijd gesteeld, maar bovendien in eene insnijding van den schermrand geplaatst en door een daarvan uitgaande lob overdekt. Omtrent de physiologische beteekenis dezer organen

is men het lang oneens geweest, en zelfs nu nog zijn niet alle twijfelingen opgeheven. Terwijl sommigen, op grond van de aanwezigheid van pigmentophoopingen en van een lensvormig ligchaampje dat in eenige gevallen daarin wordt waargenomen, hen voor oogen verklaarden, hielden anderen hen voor gehoororganen, omdat er zeer dikwijls een of meer kalkconcrementen in bevat zijn, welke als otolithen kunnen geduid worden 1).

Dat deze deelen zintuigen of, juister gezegd, de dragers van zintuigen zijn, laat zich echter niet betwijfelen. Het is aan HAECKEL gelukt in de randligchaampjes van verscheidene Geryoniden (fig. 415) twee zenuwstrengen te vervolgen, die, uit de zenuwknoopachtige aanzwelling van den zenuwring ontspringende, zich boogsgewijs ombuigen om te eindigen in een bolvormige cellengroep, binnen welke een of meer rondachtige concrementen bevat zijn. Hierbij overkruisen zich de einden der zenuwvezelen van beide strengen, alvorens in den eindtoestel uitteloopen. Het geheele ligchaampje is een blaasje, dat begrensd wordt door een dun vlies, hetwelk inwendig met een epithelium is bekleed. In de holte van dit blaasje is een doorschijnend vocht bevat. Vermoedelijk stemt het maaksel der randligchaampjes van het meerendeel der lagere Medusen hiermede in de hoofdpunten overeen. Pigment komt daarin slechts

Fig. 415.



Randligchaampje van *Carmarina hastata*. Naar HAECKEL.

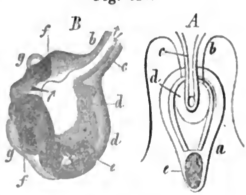
a gedeelte van den zenuwring; *b* ganglion; *c* wand van het randblaasje; *d d* boogvormige zenuwtakken; *e* met cellen gevuld binnenblaasje; *f* kalkconcrement (otolith?).

1) Men zie over de randligchaampjes der Medusen: GEGENBAUR in *Archiv f. Anat. u. Physiol.* 1856, VIII, p. 234; LEUCKART in *Arch. f. Naturgeschichte* 1856, I. p. 8; AGASSIZ, *Contrib. to the nat. Hist. of the United States*, III en IV 1862; HENSEN in *Zeits. f. wiss. Zool.* XIII, p. 87; FR. MÜLLER in *Archiv f. Naturgesch.* 1859, p. 314 en *Archiv f. mikrosk. Anat.* 1865, I. p. 143; HAECKEL, *Beiträge z. Naturges. der Hydromedusen*, Leipzig 1865, p. 52, 103, 158.

bij uitzondering voor (b. v. bij *Cladonema*, *Eleutheria)*. Ware dit in den regel aanwezig, dan zoude men eerder geneigd zijn deze organen voor oogen te houden, althans wanneer de gedaante van het kalkconcrement steeds eene zuiver bolronde was, daar dit dan als eene lens konde werken. Zulk eene gedaante is nu wel is waar dikwijls aan de concrementen eigen, maar geenszins altijd. Soms (bij *Cunina*) zijn zij zelfs hoekig, als kristallen. Bovendien kan het getal der concrementen twee, drie of meer bedragen. Daar deze concrementen echter in een cellengroep besloten liggen, zijn zij onbewegelijk en missen daardoor het karakter van otolithen. Wel is waar meent HENSEN bij eene *Eucope* gezien te hebben dat het kalkconcrement door een bundel van zeer fijne haartjes gedragen werd, maar het is zeer waarschijnlijk dat deze niet anders zijn dan de einden der fijne, door HAECKEL aangewezen zenuwvezelen.

Omtrent den eigenlijken aard der zintuiglijke gewaarwording door deze randligchaampjes of randblaasjes der lagere Medusen verkeert men derhalve in het onzekere. Zij kunnen noch eenvoudig als gezigts- noch als gehoorzintuigen worden beschouwd, ofschoon zij met de laatsten nog de meeste overeenkomst hebben.

Fig. 416.



Randligchamen, A van *Pelagia noctiluca*, van voren gezien, B van *Charybdea marsupialis*, van ter zijde gezien. Naar GEGENBAUR.

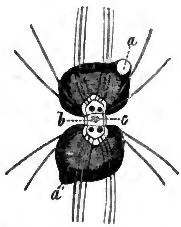
a het vrije gedeelte van het randligchaam gelegen tusschen de insnijdingen van den schermrand; *b* steel; *c* kanaal daarin; *d* ampulla; *e* otolithenzakje; *f* pigment, *g* lens.

Anders is het gelegen met de randligchaampjes der hoogere Medusen. Deze hebben een iets zamengestelder maaksel (fig. 416). Het grootste gedeelte wordt ingenomen door eene holte, *ampulla*, welke, door een kanaaltje in den steel, in verband staat met het gasterovasculairstelsel van het scherm. Tegen deze *ampulla* aan ligt een blaasje, dat een

groot aantal zeer kleine kristalvormige kalkligchaampjes bevat. Dit blaasje heeft geheel het karakter van een otolithenblaasje of otocyst, gelijk men ook bij andere dieren, Weekdieren en Wormen, aantreft. Bovendien echter komen hier aan elk randligchaampje nog een of twee enkelvoudige oogjes voor, en het is dus de drager van tweederlei zintuigen.

174. De Ctenophoren bezitten mede een zintuigtoestel, doch deze bevindt zich op een geheel andere plaats, namelijk aan de trechterpool, vlak boven het gewoonlijk als centraaldeel van het zenuwstelsel beschouwde ganglion (fig. 417). Aldaar verheft zich een koepelvormig blaasje met een uiterst dunnen wand, die straalsgewijs gestreept is. In dit blaasje bevindt zich een hoopje zeer kleine rondachtige otolithen, die gedragen worden door vier bundels van S-vormig gekromde haartjes, welke met hunne omgebogen spitsen in het midden van het otolithenhoopje ingrijpen. Deze vier bundels zijn kruisgewijs geplaatst. Ter weerzijde van het otolithenblaasje bevinden zich twee verdikkingen, elk met twee oogvlekjes 1).

Fig. 417.



Veld aan de trechterpool van *Pleurobrachia*. Vergroot. Naar AGASSIZ.

aa excretie-openingen; *b* zenuwknoop; *c* otolithenblaasje.

ECHINODERMEN.

175. Bij de Echinodermen zijn tot dusverre geene organen gevonden die als gehoororganen kunnen worden geduid, dan alleen bij de Synaptiden. Deze hebben vijf paren kleine blaasjes, die digt achter de uittreding der radiale zenuwstammen uit den

1) Men zie over dezen zintuigtoestel: HENSEN in *Zeits. f. wiss. Zool.* XIII p. 351, 358, 442; CLAUS ibid. XIV p. 386; WAGENER in *Arch. f. Anat. u. Physiol.* 1866 p. 118 en 128; TH. EIMER, *Zoologische studien bei Capri*, Leipzig 1873 p. 72.

kalkring gelegen zijn. BAUR 1) vond bij jeugdige dieren daarin kleine kalkconcrementen, die misschien otolithen zijn. De zekere duiding dezer deelen als otocysten vordert echter dat men hun zamenhang met zenuwen aanwijze. Hoe dit zij, bij de volwassen dieren verdwijnen deze kalkconcrementen weder, hoewel de blaasjes blijven voortbestaan.

WEEKDIEREN.

176. Bij de Bryozoën en Brachiopoden kent men geene gehoororganen.

Ook bij de meeste Tunicaten schijnen zij te ontbreken. Slechts bij eenige enkelvoudige Ascidien *(Chelysoma, Chondrostachys)* is een met het ganglion in zamenhang staand blaasje aangetroffen, dat met kleine, witte ligchaampjes gevuld en vermoedelijk een gehoorzakje is (ESCHRICHT). Nog minder zeker is het of bij de Salpen twee regts en links onder het ganglion gelegen blaasjes een gehoororgaan zijn. Zij bevatten geen otolithen, maar monden elk met een korten gang in de ligchaamsholte, naast het begin van den kieuwband (H. MÜLLER, LEUCKART). Daarentegen kent men met zekerheid bij andere vrij levende Tunicaten een gehoororgaan, namelijk bij *Doliolum* en bij *Appendicularia*. Bij beiden is het een blaasje, waarin een enkele otolith is bevat. Het gehoorblaasje van *Doliolum* ligt op eenigen afstand van het ganglion, tusschen den derden en den vierden spiergordel, en is er door een zenuwtakje mede verbonden. Dat van *Appendicularia* ligt onmiddellijk tegen de regter zijde van het ganglion aan. KUPPFER 2) wil daarin eenige zeer fijne maar stijve haartjes hebben waargenomen, die, straalsgewijs van den binnenwand uitgaande, den otolith zwevend houden.

Ook bij zulke Ascidien, bij welken men in den volwassen toestand nog geen gehoororgaan kent, bestaat tijdens het lar-

1) *Beiträge zur Naturgeschichte der Synapta*, in *Nova acta Acad. Caes. Leop. Carol. Nat. Cur.* 1864 XXXI.

2) *Archiv f. mikrosk. Anat.* 1870, VI p. 152, noot.

venleven een deel dat als zoodanig met waarschijnlijkheid kan worden geduid. Men treft namelijk in de voorste afdeeling van het centraalzenuwstelsel der larve eene betrekkelijk groote holte aan, waarin tweederlei deelen naar binnen puilen. Het eene, dat aan den achter-bovenwand der holte is geplaatst, is vermoedelijk een gezigtsorgaan; het vertoont zich namelijk als een rondachtig pigmenthoopje, met een daaruit puilend lensvormig ligchaampje, dat nog door eene doorschijnende cuticula overdekt is. Het tweede der bedoelde organen is een peervormig, het licht zeer sterk brekend, ligchaampje, dat aan zijne breedere bovenvlakte ook door een pigmentkapje overdekt wordt. Dit ligchaampje rust met zijn smalle einde op eene plaatselijke verdikking van den benedenwand der holte. Volgens KUPFFER, die deze verdikking als een gehoorkam *(crista acustica)* en, met KOWALEVSKY, de genoemde holte als eene hersenblaas beschouwt, wordt dit ligchaampje, dat derhalve een otolith zoude zijn, daarop gedragen gehouden door uiterst fijne haartjes die van de binnenvlakte dezer verdikking uitgaan 1). Vlak onder de plaats, waar de otolith op de crista rust, bevindt zich in de zelfstandigheid der laatste een tamelijk groot, waterhelder blaasje, waarvan de beteekenis geheel onzeker is.

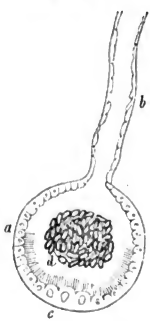
177. Bij de Lamellibranchien, Gasteropoden, Heteropoden en Pteropoden komt algemeen een paar gehoorblaasjes voor, die één of meer otolithen bevatten en gemeenlijk eene bolvormige gedaante hebben. De plaatsing dezer blaasjes is verschillend. Bij de Heteropoden en eenige Opisthobranchien (de *Aeolididae*) staat elk blaasje door een gehoorzenuw met het protoganglion in verband (zie fig. 360 bl. 524); de gehoorblaasjes liggen derhalve ter weêrszijde, digt onder de huid. Schijnbaar anders is het bij de Lamellibranchien, de Gasteropoden, de Pteropoden en verscheidene andere Opisthobranchien (*Pleurobranchidae*). Hier

1) *Arch. für mikrosk. Anatomie*, 1872 p. VIII p. 387. Verg. voorts de reeds op bl. 511 genoemde schrijvers.

zijn de gehoorblaasjes oogenschijnlijk met het deutoganglion verbonden. In vele gevallen ligt het blaasje er onmiddellijk tegen aan; soms (bij eenige Pulmonaten) is het zelfs aan de zijde waarmede het tegen het ganglion sluit, meer of minder afgeplat of ingedrukt. In andere gevallen, namelijk bij eenige Lamellibranchien (*Unio*, *Anodonta*, *Cytherea*) en Gasteropoden (*Paludina*, *Cyclostoma*, *Neritina*, *Murex*, *Purpura* e. a.) is het op eenigen afstand van het deutoganglion gelegen, maar er door de gehoorzenuw mede verbonden.

Dit schijnbaar verschil in den oorsprong der gehoorzenuw, bij overigens zoo na verwante vormen, is echter opgehelderd door de onderzoekingen van LACAZE-DUTHIERS 1), welke vervolgens bevestigd zijn door die van LEYDIG 2). Het is daarbij gebleken dat bij alle Gasteropoden de gehoorzenuw uit het protoganglion ontspringt, maar dat zij de verbindingstreng (I—II), waardoor dit ganglion met het deutoganglion verbonden is, vergezelt en daarmede slechts door een los bindweefsel in zamenhang is (zie fig. 363 bl. 527). Streng genomen, verdient echter dit „zenuw" genoemd deel dien naam niet, want het is over zijne geheele lengte hol; met andere woorden, het is een **oorkanaal**, dat eene regtstreeksche voortzetting is van de holte van het gehoorblaasje (fig. 418) Met veel waarschijnlijkheid mag men nu aannemen dat ook bij de Pteropoden en bij de Lamellibranchien een dergelijk, zich tot aan het protoganglion voortzettend, oorkanaal voorhanden is, hetwelk dan echter bij

Fig. 418.



Gehoororgaan van *Helix hortensis*. *a* gehoorzakje; *b* gehoorkanaal; *c* gehoorkam; *d* otolithen.

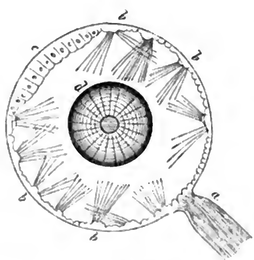
1) *Archives de Zoologie expérimentale* 1872 I p. 97.

2) *Archiv f. mikrosk. Anatomie*, VII p. 202.

laatstgenoemden, waar het deutoganglion met de gehoororganen in den voet gelegen is, eene veel aanmerkelijker lengte zoude hebben.

De wand van het gehoorblaasje bestaat uitwendig uit eene bindweefsellaag, welke niet zelden door daarin gelegen pigment zich gekleurd vertoont. Daartegen aan ligt een uit zeer weeke cellen zamengesteld epithelium met zeer fijne trilcilien. Somtijds, duidelijk vooral bij de Heteropoden, is dat gedeelte van het epithelium, hetwelk tegenover de opening van het oorkanaal is gelegen, uit grootere cellen zamengesteld, die daar ter plaatse eene verdikking vormen, welke Boll 1) als eene *crista acustica* heeft onderscheiden (fig. 419). Zij komt, volgens Leydig, ook voor bij *Helix* en *Paludina*. Bij de Heteropoden *(Pterotrachea, Carinaria)* puilen nog kleine tepeltjes naar binnen, waarop bundels van betrekkelijk groote en stijve haren geplaatst zijn, die zeer opmerkelijke bewegingen vertoonen. Volgens Boll zijn die tepeltjes gedeelten van de oppervlakte van groote stervormige cellen, die tusschen de overige verstrooid staan, met uitzondering van aan het *crista* genoemde gedeelte. De beweging dezer gehoorharen is het gevolg der zamentrekkingen van het contractiele protoplasma, waaruit deze cellen bestaan.

Fig. 419.



Gehoororgaan van *Pterotrachea coronata*. Naar Boll. *a* gehoorzenuw; *bbbb* haarcellen; *c* gehoorkam; *d* otolith.

Wat de otolithen betreft, zoo komt bij de meeste Lamellibranchien en Heteropoden slechts een enkele en dan betrekkelijk groote, bolvormige otolith in het gehoorzakje voor. Deze vertoont duidelijk een stralig maaksel en concentrische

1) *Archiv f. mikrosk. Anatomie* 1869, Supplem. p. 82.

strepen. Bij sommige Lamellibranchien, b. v. *Mytilus*, en bij het meerendeel der Gasteropoden zijn daarentegen verscheidene, soms een zeer groot aantal otolithen in het gehoorblaasje bevat; deze zijn dan natuurlijk kleiner en hebben gewoonlijk eene ellipsoidische, bij eenigen eene meer kristallinische gedaante. Behalve de trillende bewegingen tusschen de otolithen onderling, ziet men ook soms de geheele otolithenmassa eene soort van aswenteling ondergaan. Deze bewegingen worden het best waargenomen aan zeer jonge dieren, vooral aan embryones die nog doorschijnend genoeg zijn om de gehoorblaasjes met de dan nog zeer kleine otolithen door de bekleedselen heen te zien.

Of er, behalve de trilcilien, ook nog andere werkelijke gehoorharen bij de Lamellibranchien en Gasteropoden voorkomen, is nog eenigzins onzeker. Max Schultze wil zoodanige bij *Pisidium* gezien hebben. Ook Hensen 1) zag iets dergelijks aan de gehoorzakjes van *Mya arenaria*. In den regel schijnen zij echter te ontbreken.

178. Onder de Cephalopoden sluit zich *Nautilus*, ten aanzien van het gehoororgaan, nog zeer na aan de Gasteropoden. De beide gehoorzakjes liggen ter weerszijde in den kop, alleen gesteund maar niet omhuld door het kraakbeen, en staan door korte steeltjes met het deutoganglion in verband (fig. 365 bl. 532). In elk gehoorzakje zijn een groot aantal kleine, ellipsoidische otolithen bevat.

In de groep der Dibranchiaten liggen daarentegen de twee gehoorzakjes, digt in elkanders nabijheid, aan de buikzijde, en besloten binnen in kleine holten van het kopkraakbeen, die meestal aan de buitenvlakte daarvan kleine uitpuilingen vormen. Beide holten zijn slechts door een dun kraakbeenig tusschenschot gescheiden. De zenuw, die van elk gehoorzakje uitgaat, staat oogenschijnlijk met het als deutoganglion te beschouwen

1) *Zeits f. wiss. Zool.* XIII p. 367.

onderste gedeelte van de slokdarmzenuwmassa in verband. In werkelijkheid ontspringt zij echter hooger, digt bij den oorsprong der gezigtszenuwen 1). Volgens Chéron 2) vormen beide gehoorzenuwen een *chiasma*, dat echter onder den slokdarm gelegen is (fig. 369 bl. 536).

De gedaante van de holten in het kraakbeen, welke men als een soort van kraakbeenig labyrinth kan beschouwen, verschilt nog bij de Octopoden en bij de Decapoden, en daarmede gaat ook eenig verschil in de gedaante en het maaksel van het gehoorzakje, het vliezige labyrinth, gepaard. De Octopoden stellen ten dien aanzien als het ware weder een middelvorm tusschen *Nautilus* en de overige Cephalopoden daar. Bij eerstgenoemden is namelijk de gehoorholte in het kraakbeen eenvoudig bol- of eivormig, met gladde wanden, en in die holte bevindt zich het gehoorzakje van ongeveer gelijken vorm, dat slechts door eenige bindweefselvezelen met den wand der kraakbeenholte verbonden is, zoodat het geheele zakje er kan worden uitgenomen. Bij de Decapoden gaan daarentegen van den wand der kraakbeenholte een aantal (bij *Sepia* 16) min of meer tepelvormige uitsteeksels uit, welke in de holte puilen, zoodat de wand als het ware van bogtige plooijen voorzien is, waardoor zijne gezamenlijke oppervlakte natuurlijk vergroot wordt. Tegen de binnenvlakte dezer kraakbeenholte aan en daarvan al de bogten volgende ligt nu het vlies van het gehoorzakje, dat derhalve hier zijne rondachtige gedaante geheel verloren heeft.

Zoowel bij Octopoden als bij Decapoden komt een door Kölliker het eerst aangewezen 3) naauw kanaal voor, dat met eene zeer fijne opening in de holte van het gehoorzakje mondt. Dit kanaal zet zich voort in het kraakbeen, maar het is tot dus verre niet gelukt zijn ander uiteinde op te sporen, en het is derhalve onzeker of het, gelijk sommigen vermoeden, buiten-

1) Lacaze-Duthiers, l. c. p. 100 en 162.

2) *Annales d. scienc. natur. Zool.* 1866 I p. 5.

3) In zijne *Entwickelingsgeschichte der Cephalopoden*, 1844 p. 105.

waarts aan de ligchaamsoppervlakte uitmondt. Inwendig is het met een trilepithelium bezet.

Wat het vliezige gehoorzakje aanbelangt, zoo neemt men daaraan twee plaatsen waar, welke als eindtoestellen der vezelen van de gehoorzenuw bijzonder de aandacht verdienen. De eerste dezer eindtoestellen vertoont zich als een schijfvormige elliptische plaat *(lamina acustica)*. De tweede *(crista acustica)* heeft de gedaante van eene min of meer dakvormige, in gebogen rigting loopende verdikking der epitheliumlaag van het gehoorzakje. Beide dezer deelen bestaan uit nevens elkander geplaatste, tamelijk groote cilindervormige cellen, welke aan haar binnen-einde korte, stijve haartjes dragen. Volgens OWSJANNIKOW en KOWALEVSKY 1) hebben deze cellen aan haar buitenwaarts gekeerd einde lange dunne uitloopers, waarin zich de vezelen voortzetten van de beide takken (*nervus laminae acusticae* en *n. cristae acusticae)*, waarin zich de gehoorzenuw bij hare intrede in de gehoorholte splitst. Aan de buitenvlakte der gehoorschijf loopen de fijne zenuwvezelen zeer regelmatig divergerend naar hare verschillende punten toe.

Het overige der binnenvlakte van de gehoorblaas is met plaatepithelium bekleed. Tegen de gehoorschijf ligt de otolith, die bij de Octopoden min of meer kegelvormig is, bij de Decapoden eene nog onregelmatiger gedaante heeft.

WORMEN.

179. Bij het meerendeel der Wormen zijn gehoororganen geheel onbekend. Alleen in de orden der Turbellarien en der Chaetophoren worden bij eenige soorten organen aangetroffen, welke de gehoorzakjes der Mollusken herinneren en een of meer kalkconcrementen bevatten, die de rol van otolithen vervullen.

1) *Mémoires de l'academie des sciences de Saint-Petersbourg* 7me série, T. XI 1868 p. 31. Men vergelijke voorts ook over het fijnere maaksel van den gehoortoestel der Cephalopoden: F. BOLL. *Archiv f. mikrosk. Anatomie*, 1869, Supplement, p. 83.

Zij liggen steeds in de nabijheid der voorste centraaldeelen van het zenuwstelsel, dikwijls vlak tegen het protoganglion of de daarvan uitgaande commissuren aan.

Onder de Turbellarien zijn het in de eerste plaats de Rhabdocoelen, waarvan verscheidene soorten in het bezit van een enkel gehoorzakje zijn. Gewoonlijk komt het voor bij die soorten, welke oogvlekjes of oogen missen. Beide soorten van organen wordenechter ook vereenigd aangetroffen (bij *Monocelis anguilla*).

Meestal is in het gehoorzakje slechts een enkele bolvormige otolith bevat, die echter soms nog (bij *Mesostomum auritum*, *Monocelis unipunctata)* van een paar aanhangsels voorzien is (Max Schultze).

Vele Nemertinen zijn in het bezit van twee gehoororganen, welke geplaatst zijn aan de achterste lobben van het protoganglion. Daarin bevinden zich gewoonlijk een aantal otolithen.

Of het bij sommige Rotiferen *(Notommata)* voorkomende kalkzakje als een gehoororgaan moet geduid worden, is minder zeker.

Onder de Chaetophoren zijn slechts eenige soorten, uit de geslachten *Arenicola*, *Amphiglene*, *Amphicora*, *Fabricia*, *Dialychone*, welke in het bezit zijn van organen die met waarschijnlijkheid voor gehoorzakjes kunnen gehouden worden. Intusschen bestaan hier nog twijfelingen. De als otolithen beschouwde ronde kalkconcrementen bij *Arenicola* liggen niet vrij in een met vocht gevuld gehoorblaasje, maar het orgaan bestaat uit eene vereeniging van kleine cellen (welligt zenuwcellen), waarop een korrelig schijfje ligt, in welks dikte de otolithen bevat zijn 1). Dit herinnert eenigermate de randligchaampjes der lagere Medusen (bl. 618), waar de otolith evenmin vrij ligt. Ook het orgaan bij *Fabricia*, dat voor een gehoororgaan is gehouden, omdat er kleine concrementen in voorkomen 2), schijnt onjuist geduid te zijn. Volgens Meczinikow 3) ligt het aan het einde

1) Mettenheimer, *Beobachtungen über niedere Seethieren*, in *Abhand. d. Senckenbergischen naturf. Gesells.* Bd. III. — Claparède, *Les Annélides chétopodes du golfe de Naples*, 1868 p. 300.

2) Leuckart, *Archiv f. Naturgeschichte* 1854 Bd. II p. 316.

3) *Zeits. f. wiss. Anat.* 1865 XV p. 331.

van een kort cylindrisch kanaaltje, dat zich vermoedelijk buitenwaarts opent en daar met trilcilien omzet is. Bovendien neemt het eene van het protoganglion verwijderde plaatsing in.

GELEDE DIEREN.

180. Dat Gelede dieren, zoowel de in het water levende Crustaceën als de zich in de lucht ophoudende Insekten en Arachnoiden, het vermogen bezitten om geluidstrillingen waar te nemen, is boven allen twijfel verheven. Toch is het er nog verre af, dat men bij allen, die dit vermogen bezitten, met even groote zekerheid de zintuigen zoude hebben aangewezen, waarin dit vermogen zetelt.

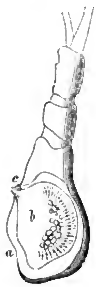
Eigenlijk zijn het alleen de Crustaceën, en wel voornamelijk de Decapoden en Schizopoden, bij welken het aan de nasporing gelukt is organen te vinden, welker maaksel nog genoeg punten van overeenstemming met de gehoororganen van Weekdieren en van Gewervelde dieren aanbieden, om uit de analogie te besluiten dat ook zij tot geluidswaarneming bestemd zijn. Toch blijven er altijd noch belangrijke verschillen overig, gelijk zich trouwens bij dieren, welke naar eenen zoo geheel anderen typus gebouwd zijn, niet anders verwachten laat 1).

De meest gewone zetel der beide gehoororganen bij de hoogere Crustaceën is het grondlid der binnenste sprieten (fig. 420 volg. bl.). Eene merkwaardige uitzondering wordt echter aangeboden door *Mysis*, waar de gehoororganen in de middelste staartaanhangsels gelegen zijn. In het wezen der zaak bestaat het gehoororgaan altijd uit een zakje, dat als eene binnenwaartsche instulping van den chitinewand kan worden beschouwd, die zich ook bij elke

1) Over het gehoororgaan der Crustaceën zie men: FARRE in *Philos. Transact.* 1843 p. 233; HUXLEY in *Ann. a. Magaz. of Natur. History* 1851 p. 304; LEUCKART in *Archiv f. Naturgeschichte* 1853, Bd. I p. 255; KRÖYER in *Oversigt Kongl. dansk. Vidensk. Selsk.* 1856 p. 170 en *Vidensk. Selskabet Skrifter*, 1859 Bd. 4., CLAUS in *Zeits. f. wiss. Zool.* 1863 XIII p. 437; LEMOINE in *Annales d. sc. natur.* 1868 5me sér. T. IX p. 172; vooral HENSEN in *Zeits. f. wiss. Zoologie* 1863 XIII p. 319.

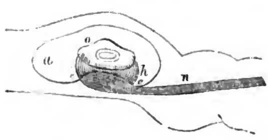
vervelling vernieuwt; dit zakje kan echter niet alleen zeer verschillende gedaanten vertoonen, maar bovendien kan het al of niet gesloten zijn, in welk laatste geval het door eene opening naar buiten mondt. In dit zakje kunnen nu wederom al dan niet een of meer otolithen bevat zijn, doch die otolithen verschillen zeer wezenlijk van de otolithen der Weekdieren en der Gewervelde dieren, ook dan wanneer zij daarop bij eene oppervlakkige beschouwing gelijken, zooals bij *Leucifer*, *Sergestes*, *Hippolyte*, *Mastigopus*, waar de overeenkomst der in de binnenste sprieten gelegen gehoororganen met de gehoorzakjes der Mollusken nog het meest in het oog vallend is. De enkelvoudige, bol- of lensvormige otolith, die zich hier binnen in het gehoorzakje gevormd heeft, bevat geenen of slechts zeer weinig koolzuren kalk, maar bestaat bijna geheel uit eene organische, verbrandbare zelfstandigheid. In den desgelijks enkelvoudigen otolith van *Mysis* (fig. 421) is wel is waar een kalkzout aan eene organische grondlaag gebonden, maar slechts voor een klein gedeelte is de kalk daarin als koolzure kalk voorhanden, het overige hetzij als phosphorzure kalk of welligt als fluorcalcium (Hensen).

Fig. 420.



Binnenste spriet van *Homarus vulgaris*; zwak vergroot. *a* geopend grondlid; *b* holte van het gehoorzakje; *c* opening.

Fig. 421.



Gehoororgaan van *Mysis*, bij geringe vergrooting. *a* holte van het gehoorzakje; *o* otolith; *cc* gehoorkam; *h* gehoorharen; *n* zenuw.

Bij het groote meerendeel der *Decapoda macrura* en *anomura* is het gehoorzakje buitenwaarts geopend. De plaats, de ge-

daante en de grootte dezer opening verschillen bij de onderscheidene soorten. Zij is omzet met korte haartjes, die een soort van zeef- of kleptoestel uitmaken. Het gehoorzakje, dat, al naar gelang der soort, rondachtig, eirond of aan de eene zijde plat is, vult het grootste gedeelte van het grondlid der spriet. Daarin zijn geen ware otolithen bevat, maar zoogenaamde hulp-otolithen, bestaande uit kleine steentjes, grootendeels kwartskorreltjes, afkomstig van het zand van den bodem, welke door de opening heen in het zakje geraakt zijn (fig. 420).

Het gehoorzakje der *Decapoda brachyura* mist de buitenwaartsche opening; er komen dan ook geene hulp-otolithen in voor, en evenmin vormt zich daarin een ware otolith. Daarentegen is de gedaante van het zakje minder eenvoudig dan bij de *Macrura;* zijn wand vormt naar binnen puilende plooijen en kanten, met half-kanaalvormige ruimten daartusschen, waardoor de geheele oppervlakte van het zakje vergroot wordt. Er grijpt hier dus een dergelijk verschil plaats als tusschen de Octopoden en Decapoden onder de Cephalopoden (bl. 626).

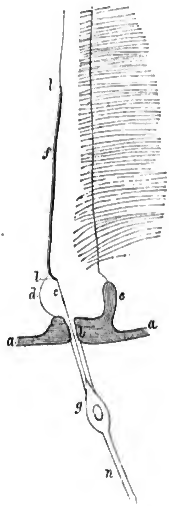
Het meest wezenlijke karakter van het gehoorzakje is, dat aan zijne binnenvlakte op bepaalde plaatsen, eene of meer gebogen rijen van gehoorharen geplaatst zijn, die als eindtoestellen van de gehoorzenuw moeten beschouwd worden. Deze laatste ontspringt afzonderlijk uit de bovenslokdarmknoop, naast de voelerzenuw; bij *Mysis* echter uit den laatsten buikknoop.

Gehoorharen komen ook daar voor, waar, gelijk bij de Krabben, otolithen geheel ontbreken. Wanneer het zakje hulp-otolithen bevat, dan strekken zich de spitsen der gehoorharen daartusschen uit. Is een ware otolith aanwezig *(Mysis, Leucifer, Sergestes)*, dan dringen de gehoorharen met hunne uiteinden daarin door, zoodat otolith en gehoorharen een zamenhangend geheel uitmaken en de eerste door de laatsten op zijne plaats gehouden en gedragen wordt.

Hoewel de gedaante, de grootte en het getal dezer gehoorharen nog zeer verschillen kunnen, is hun maaksel in de hoofdpunten steeds

gelijk. Elk haar (fig. 422) staat boven een kort porienkanaaltje dat den wand van het gehoorzakje doorboort. Aan de binnenzijde is de opening van het porienkanaaltje omgeven van eene ronde walachtige verdikking, met een uitsteeksel aan de eene zijde, door Hensen **tand** genoemd. Aan het haar zelf onderscheidt men in de eerste plaats het verdikte, min of meer bolvormige benedeneinde en de schaft. Beiden zijn hol. De wand van den haarbol is zeer dun en daardoor plooibaar, bepaaldelijk aan die zijde, waar hij niet door den bovengenoemden tand, welke vermoedelijk als een soort van veer werkt, gesteund wordt. De haarschaft heeft in het algemeen eene spits toeloopende, konische gedaante, en is vedersgewijs met zeer fijne haartjes bezet. Aan de tegenover den tand gekeerde zijde is, tegen den binnenwand van het haar en daarmede zamengesmolten, een zeer smalle strook gelegen, die zich bovenwaarts tot op ongeveer de helft van de schaft uitstrekt en welker benedeneinde als een kort, gebogen **tongje** (*lingula*) in de holte van den haarbol puilt. Aan dit tongje nu hecht zich een uiterst fijne draad, door Hensen als *chorda* onderscheiden. Deze gaat door den haarbol heen, treedt door het porienkanaaltje naar buiten en zet zich voort in de vooraf tot een gangliencel aangezwollen zenuwvezel.

Fig. 422.



Gehoorhaar van *Homarus vulgaris*; half schematisch; sterk vergroot.

aa wand van den gehoorzak; *b* porienkanaal daarin; *d* haarbol; *e* tand; *f* haarschaft; *ll* lingula; *c* chorda; *g* gangliencel; *n* zenuwvezel.

Zeer opmerkelijk is het, dat haren van het boven beschreven

maaksel niet enkel aan den binnenwand der gehoorzakjes, maar ook bij eenige soorten (*Crangon*, *Palaemon*, *Mysis*) aan de buitenvlakte des ligchaams worden aangetroffen, namelijk aan de bovenvlakte van het grondlid der binnenste sprieten, aan het tweede lid der buitenste sprieten, alsmede op de buitenste en middelste staartaanhangsels. Dat zulke vrij staande gehoorharen ook door geluiden in trilling geraken, heeft HENSEN door waarneming aan de staartharen van *Mysis* gezien, en tevens bevond hij dat bij toonen van bepaalde toonshoogte, door een klephoorn voortgebragt, ook bepaalde haren in medetrilling geraakten, terwijl dan andere haren hetzij geheel in rust bleven of slechts eene geringe mate van trilling vertoonden.

Hieruit volgt derhalve dat de geluidswaarneming geenszins uitsluitend aan het bezit van een gehoorzakje gebonden is. Ook kent men eenige soorten (*Thysanopoda*, *Erichthus*, *Pandalus*), bij welke geen bijzonder gehoororgaan, maar alleen vrije gehoorharen voorkomen.

Vergelijkt men het maaksel der gehoorharen met dat der tastharen (bl. 602), dan blijkt dat er tusschen beiden in zoo verre overeenkomst bestaat, dat ook deze hol zijn en daarin een van de zenuwvezel uitgaande fijne draad binnentreedt. Het hoofdverschil is, dat de wand van den haarbol der gehoorharen uiterst dun en daardoor het haar zelf zeer bewegelijk is. Doch men ontmoet ook tusschenvormen, waaruit men besluiten mag dat bij de Crustaceeën de gehoorharen, hetzij deze zich aan de ligchaamsoppervlakte, of in eene binnenwaartsche instulping van deze, namelijk in een gehoorzakje, bevinden, als vervormingen van tastharen moeten beschouwd worden

Omtrent gehoororganen bij andere orden van Crustaceeën is weinig met zekerheid bekend. Onder de Isopoden heeft *Tanais* opene gehoorzakjes aan de binnenste sprieten. Onder de Copepoden heeft *Calanella*, volgens CLAUS 1), twee ronde met con-

1) *Die frei lebenden Copepoden*, Leipzig 1863, p. 66.

crementen gevulde blaasjes, die gehoorzakjes herinneren, aan het vooreinde der centrale zenuwmassa.

Geenszins onwaarschijnlijk is het echter, dat vrije gehoorharen, zij het dan ook van een iets anders maaksel dan die der Decapoden, bij de lagere Crustaceeën meer verbreid zijn, en dat daartoe sommige der aanhangsels moeten gerekend worden, die gewoonlijk als tast- of reukharen worden beschouwd.

Eindelijk stippen wij hier nog aan, dat bij de Daphniden een ter weerzijde uit het protoganglion ontspringende zenuw voorkomt, die onder de huid van den kop in een cellengroep eindigt. LEYDIG 1) vermoedt in dien eindtoestel een gehoorzintuig, op grond van eenige analogie met de als zoodanig beschouwde organen bij de Insekten.

181. Organen, die als gehoorzintuigen zouden kunnen worden geduid, kent men bij de Arachnoiden en de Myriapoden in het geheel niet. Wat de Insekten aangaat, zoo hebben sommigen de sprieten als de zitplaats van den gehoorzin beschouwd. Gelijk reeds boven (bl. 613) gezegd is, meende LESPÈS in de kleine groefjes, die zich aan de sprieten bevinden en welke door anderen voor reukzintuigen worden gehouden, gehoorwerktuigen te herkennen. Zijne op verkeerde duiding van het waargenomene berustende beschouwingen werden echter door CLAPARÈDE en door LEYDIG weerlegd. Later heeft evenwel LANDOIS 2) wederom twee tamelijk diepe groefjes aan het eindlid der spriet van *Lucanus cervus* en van de verwante *Dorcus parellelepipedus* voor gehoororganen verklaard, vooral op grond eener vermeende overeenkomst in maaksel met de boven beschreven gehoorzakjes der Crustaceeën. De binnenwand dier groefjes is namelijk bezet met fijne haartjes, met een bol benedeneinde, geplaatst boven een porienkanaaltje, waarin het uiteinde van

1) *Arch. f. Anat. u. Phys.* 1860 p. 310 en in zijne *Naturgeschichte der Daphniden*, p. 46.
2) *Archiv f. mikr. Anatomie*, 1868 IV p. 88.

een zenuwvezel treedt, die vooraf tot een gangliencel is aangezwollen. Geheel dergelijke haartjes staan trouwens ook aan de buitenvlakte van het eindlid der spriet, tusschen andere grootere haren verspreid. Ons schijnen echter deze haartjes in maaksel niet wezenlijk te verschillen van andere haartjes, die men veelvuldig aan het insektenligchaam aantreft en die men gewoon is als tasthaartjes te beschouwen 1).

Er bestaan echter bij de Insekten nog andere eindtoestellen van zenuwen, waarin men met meer of minder grond den zetel van het gehoor kan plaatsen. De bedoelde eindtoestellen worden evenwel niet aan den kop of aan zijne aanhangsels, maar hetzij aan het borststuk of aan de aanhangsels daarvan, de vleugels of de pooten, gevonden. De daarvoor bestemde zenuwen ontspringen dan ook uit een der borstknoopen, tenzij welligt hier iets dergelijks plaats hebbe, als wij het boven (bl 623 en 626) van de gehoorzenuwen der Gasteropoden en Cephalopoden hebben gezien, dat namelijk de zenuwvezelen zich door de commissuren heen naar het protoganglion begeven. Het maaksel dezer eindtoestellen, die in elk geval zonder twijfel als zintuigen te beschouwen zijn, is in het algemeen het volgende 2). Een aantal kolfvormige, weeke ligchaampjes liggen hetzij groepsgewijs of in rijen nevens elkander (fig. 424 bl 637). Elk dezer eindkolfjes bevat een priemvormig staafje of stiftje, dat het licht sterk breekt en eene zekere mate van vastheid bezit. De stof waaruit dit stiftje bestaat biedt dan ook eenen zekeren weerstand aan de werking van zuren en alkaliën (althans bij de Locustarien, volgens HENSEN)

1) Het bewijs dat zulke haartjes waarschijnlijk gehoorhaartjes zijn zonde in dit geval en elders waar zulke haartjes aan de ligchaamsoppervlakte voorkomen, alleen geleverd kunnen worden door te onderzoeken of zij bij het levende dier door geluiden in trilling worden gebragt. Dit is door LANDOIS niet gedaan.

2) Men vergelijke over deze klasse van zintuigen: JOH. MÜLLER, *Vergleichende Physiologie des Gesichtsinnes*, Leipzig 1826 p. 438; C. TH. VON SIEBOLD in *Archiv f. Naturges.* 1854; J. B. HICKS in *Proceedings of the Linnean Society*, 1857, en *Transactions of the Linnean Society* 1857; LEYDIG, *Archiv f. Anat. u. Physiol.* 1855 p. 399, en 1860 p. 299, alsmede zijn *Lehrbuch der vergl. Histologie* p. 281; HENSEN in *Zeits. f. wiss. Zoologie* 1866 XVI p. 190; PAASCH in *Archiv f. Naturgesch.* 1873 p. 248.

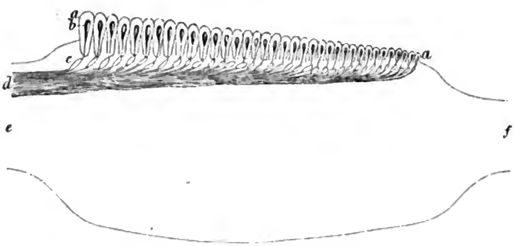
en schijnt dus tot de chitinezelfstandigheden te behooren. Elke zenuwvezel, die zich naar het eindorgaan begeeft, zwelt in zijne nabijheid tot een gangliencel aan, en daaruit treedt vervolgens een uiterst fijne uitlooper in den eindkolf, om, hetzij met het genoemde stiftje in zamenhang te treden, of zich in den eindkolf zelven voort te zetten. Voorts moet als mede algemeen voorkomende vermeld worden, dat deze eindtoestellen altijd vergezeld worden door eene ruime, meestal tot een blaas uitgezette luchtbuis, welke er digt tegen aan ligt en als een klankversterkend middel kan dienen.

Zulke eindtoestellen nu zijn door Hicks, — die hen echter voor reukzintuigen hield, — gevonden bij verscheidene soorten van *Diptera*, aan de basis der *halteres*, welke laatsten, gelijk men weet, niet anders zijn dan rudimenten van achtervleugels. Vervolgens zijn dergelijke eindtoestellen door Leydig ook ontdekt bij eenige *Coleoptera* in den wortel der achtervleugels en wel aan het begin der gewoonlijk als *nervus subcostalis* aangeduide ader. Ook in de orden der *Neuroptera* en der *Hemiptera* schijnen deze organen niet geheel te ontbreken. In al deze gevallen liggen zij onder plaatjes van het chitinepantser, die van talrijke ondiepe kanaaltjes voorzien zijn, welke binnenwaarts eene ruime opening hebben, terwijl een buitenwaartsche opening hetzij in het geheel niet bestaat of zeer klein is. Hetzij nu in de holte dezer kanaaltjes of in de onmiddellijke nabijheid daarvan zijn de bovengenoemde eindkolven met de daarin bevatte stiftjes gelegen.

Uit dit maaksel alleen zoude men bezwaarlijk kunnen besluiten dat deze deelen gehoorzintuigen zijn, ware het niet dat er andere Insekten zijn, die ook dergelijke eindtoestellen bezitten, maar zoo geplaatst, dat de mededeeling van de geluidstrillingen daaraan zich gemakkelijker begrijpen laat. Zulke, met veel waarschijnlijkheid als gehoorzintuigen geduide deelen zijn, door de onderzoekingen van Joh. Müller en van v. Siebold, reeds sedert lang bekend bij de *Orthoptera saltatoria*. Bij alle

soorten dezer groep bezitten de mannetjes stemorganen, en reeds dit versterkt het vermoeden dat er ook gehoororganen zullen aanwezig zijn. In de drie familien, waaruit deze groep bestaat, namelijk die der *Acridites*, der *Achetidae* en der *Locustariae*, verschilt echter niet alleen de plaatsing maar ook het maaksel van het orgaan. Bij de Acriditen ligt het ter weerzijde van den *metathorax*, digt achter de inplanting van het derde paar pooten, bij de Locustiden en de Achetiden in de scheenen der beide voorpooten. Als aan allen gemeenschappelijk eigen, kan de aanwezigheid van een zeer verdund gedeelte van het chitinebekleedsel, juist boven den eindtoestel en de dezen vergezellende blaasvormig uitgezette luchtbuis, worden genoemd. Dit dunne chitinevliesje, dat uitgespannen is in eenen dikkeren chitinerand, en gemakkelijk in trilling kan worden gebragt, doet vermoedelijk den dienst van een trommelvlies *(tympanum)*. De Acriditen en de Achetiden

Fig. 424.



Schematische voorstelling van den eindtoestel in het gehoororgaan van *Locusta*.
aa eindkolfjes; *b* stiftjes; *c* gangliencellen; *d* zenuw; *e f* verwijde luchtbuis.

hebben een enkel zoodanig trommelvlies, bij laatstgenoemden aan de voorzijde der scheenen, digt bij het kniegewricht, in den bodem eener door den overwelvenden chitinerand gevormde holte. De Locustiden hebben aldaar twee zoodanige, bij éénigen meer oppervlakkig, bij anderen door chitineranden overwelfde,

tegen over elkander gelegen trommelvliezen. Bij laatstgenoemden is het trommelvlies inwendig glad en overal even dun; dat der Acriditen heeft daarentegen in zijn middengedeelte aan de binnenoppervlakte twee hardere uitsteeksels: een kleiner, dat knopvormig met naar beneden gekeerde spits, en een grooter, dat knievormig gebogen is. Dit laatste wordt door den eindtoestel der zenuw als het ware omvat, in dier voege dat de digt tegen elkander aan gelegen eindkolven er naar toe gekeerd en slechts door eene zeer geringe tusschenruimte er van gescheiden zijn. Het daaronder gelegen uit gangliencellen zamengesteld gedeelte van den eindtoestel rust op de luchtbuisblaas.

Bij de Locustiden strekt zich de eindtoestel in de lengte over de verwijde luchtbuis uit (fig. 424 vor. bl.). Zij vormt daar een soort van dakvormige kam *(crista acustica)*, welke puilt in eene met vocht gevulde ruimte onder den voorwand van de scheen. Opmerking verdient het dat de hier op eene enkele rij gelegen eindkolven, met de daarin besloten spitsen, van boven naar onderen regelmatig in lengte afnemen. Volgens Hensen bestaat hier elke eindkolf uit vier cellen, een aan den top en twee zijdelingsche, die te zamen het stiftje omgeven, en bovendien nog een kleinere cel aan de basis.

Ofschoon nu de beschreven zamenstelling dezer toestellen in de drie laatstgenoemde familien van Insekten inderdaad het vermoeden wettigt dat zij den dienst van gehoororganen doen, zoo wijkt die zamenstelling zoozeer af van die van alle andere bekende gehoororganen, dat de daardoor ontstane geluidswaarneming een geheel ander karakter moet hebben dan die welke wij hooren noemen. Eene vergelijking van dezen eindtoestel met dien in andere gehoororganen biedt dan ook onoverkombare bezwaren aan. Hensen heeft getracht eene overeenkomst aan te wijzen tusschen dezen eindtoestel en dien welken men in het gehoororgaan der Crustaceën aantreft. Hij vergelijkt namelijk de boven genoemde stiftjes bij onontwikkelde gehoorharen, zoo als deze vóór elke vervelling aanwezig zijn.

Ons schijnt deze vergelijking, om meer dan eene reden, geene gelukkige. LEYDIG vergelijkt de eindkolven en spitsjes met de kristalstaafjes in den eindtoestel van de gezigtszenuw, doch ook hier is de gelijkenis weinig meer dan eene oppervlakkige.

GEZIGTSZINTUIGEN.

182. Gezigtszintuigen zijn in de reeks der dieren veel meer verbreid dan gehoorzintuigen. Ook bij zulke dieren welke in den volwassen staat, wanneer zij vastzittend geworden zijn, geene oogen bezitten, zijn deze niet zelden bij de vrij levende larven aanwezig. Intusschen is het er zeer verre af dat die oogen, overal waar zij voorkomen, even volkomene werktuigen zoude zijn. Integendeel, ook hier bestaan allerlei graden, even als in de gewaarwording zelve die men zien noemt.

Zien, in de ruimste beteekenis des woords, is het vermogen om aethertrillingen te ontwaren. In dien algemeensten zin opgevat behoort derhalve daaronder ook het waarnemingsvermogen voor zoogenaamde warmtestralen, hetzij deze uitgaan van een lichtend of van een (voor ons) donker voorwerp. Het zoude namelijk zeer wel kunnen zijn, dat de eindtoestellen in de oogen van sommige dieren zoo waren ingerigt dat zij nog gevoelig waren voor aethergolven, die voor onze oogen buiten de grenzen van het zigtbare spectrum zijn gelegen. Eene noodzakelijke voorwaarde tot zien is echter dat de eindtoestel der gezigtszenuw door de aethertrillingen, die van een lichtend of licht terugkaatsend voorwerp uitgaan, kan getroffen worden. Oogen zijn derhalve altijd gelegen aan of nabij de ligchaamsoppervlakte, en de deelen welke den eindtoestel der gezigtszenuw van buiten overdekken zijn doorschijnend. Steeds wordt die eindtoestel vergezeld van een rood, bruinrood, violet of bruinzwart pigment, dat de lichtstralen opslorpt, gelijk men het gewoonlijk uitdrukt, en onregelmatige terugkaatsingen be-

let, even als in onze optische werktuigen zulks de donkere inwendige bekleeding der buizen doet, waarin de glazen gevat zijn.

Het algemeene voorkomen van dit pigment, als behoorende tot de meest wezenlijke bestanddeelen van elk gezigtswerktuig, en zijne gemakkelijke waarneembaarheid hebben aanleiding gegeven om in vele gevallen, waar geene andere deelen van een oog herkenbaar zijn, de kleine rondachtige, min of meer scherp begrensde pigmentvlekjes, die men aan deelen aantreft welke bij andere verwante soorten ware oogen dragen, als rudimentaire gezigtsorganen te beschouwen, welke men dan met den naam van oogvlekjes bestempelt. Zulke gevallen laten echter altijd ruimte tot twijfel over. Plaatselijke ophoopingen van pigment komen namelijk ook daar in de huid voor waar geen spoor van eenig zintuig bestaat, en ter andere zijde gebeurt het ook niet zelden dat de eindtoestellen van andere zintuigzenuwen, bepaaldelijk die van het gehoor, van pigment vergezeld worden. Om derhalve met zekerheid te kunnen beoordeelen of eenig orgaan een gezigtswerktuig is, moet het bestaan van een voor lichtgewaarwording geschikten eindtoestel kunnen worden aangewezen. Die eindtoestel heeft, overal waar het gelukt haar duidelijk waarneembaar te maken, in de hoofdzaak dezelfde zamenstelling. Zij bestaat uit kristalheldere, regelmatig nevens elkander geplaatste ligchaampjes, welke zich in de onmiddellijke nabijheid bevinden der fijne vezelen, die de uiteinden der gezigtszenuw zijn. De grootte en de gedaante dezer ligchaampjes, die men met den algemeenen naam van kristalstaafjes onderscheidt, kan overigens nog velerlei verschil aanbieden, gelijk beneden nader blijken zal.

Een doorgaand verschil komt ten aanzien van de betrekkelijke plaats dezer staafjeslaag bij de Gewervelde en de Ongewervelde dieren voor. Bij de eersten (verg. Dl. II 2de afd. bl. 524) ligt zij achter de lagen, welke gevormd worden door de zenuwcellen en de vezelen der gezigtszenuw, zoodat derhalve de licht-

stralen door die lagen heen moeten gaan om de staafjeslaag te bereiken. Bij de Ongewervelde dieren heeft het omgekeerde plaats; de staafjeslaag is gelegen vóór de laag der zenuwcellen, en deze op hare beurt vóór die der zenuwvezelen. De het oog binnengedrongen lichtstralen treffen derhalve het eerst de staafjeslaag. Dit verschil wordt verklaard door de ongelijke ontwikkelingswijze van den eindtoestel der gezigtszenuw in beide afdeelingen van het dierenrijk. Bij de Gewervelde dieren gaat de ontwikkeling van den eindtoestel (de primitieve oogblaas) uit van de hersenblaas (verg. Dl. II 2de Afd. bl. 692). Daarentegen is die eindtoestel bij de Ongewervelde dieren eene van de opperhuid uitgaande vorming. Even als bij andere huidzintuigen (die van den reuk, van den smaak, de zoogenaamde bekerorganen enz.) zijn het gewijzigde opperhuidscellen, welke met de uiteinden der zenuw in verband treden.

Dit leidt tot eene andere opmerking. Bij sommige lagere dieren, *Hydra* b. v., die geen spoor van eigenlijke gezigtsorganen bezitten, neemt men waar dat zij toch geenszins geheel ongevoelig voor het licht zijn. Hier zijn het derhalve de nog in den protoplasmatischen toestand verkeerende, het geheele dier bekleedende opperhuidscellen, welke de zetel dier gevoeligheid zijn.

Waar nu bijzondere gezigtsorganen bestaan, d. i. waar zich uit de opperhuid bepaalde gedeelten gedifferentieerd hebben en tot eindtoestellen van gezigtszenuwen zijn geworden, vertoonen die eindtoestellen nog tweederlei hoofdvormen. De kristalstaafjes namelijk liggen 1° hetzij in dier voege palissadengewijs nevens elkander, dat zij gezamenlijk eene schotelvormige oppervlakte begrenzen, of 2° zij zijn zoo geplaatst dat de buitenwaarts gekeerde oppervlakte der laag, waarvan zij deel uitmaken, meer of minder bol is. In het eerste geval, dat in het algemeen bij de Weekdieren voorkomt, draagt de eindtoestel in haar geheel, even als bij de Gewervelde dieren, den naam van netvlies *(retina)*. Het tweede geval is kenmerkend voor de geheele

afdeeling der Gelede dieren. Hier bestaat geen eigenlijk netvlies, alhoewel de functioneel daaraan beantwoordende deelen aanwezig zijn.

Ofschoon nu zulk een eindtoestel het meest wezenlijk bestanddeel van elk oog is en op zich zelve voldoende om de aethertrillingen als licht te doen ontwaren, zoo is hij toch niet voldoende voor het scherp en onderscheidenlijk zien der voorwerpen, waarvan die aethertrillingen uitgaan. Daartoe moeten deze, d. i. de lichtstralen, van divergeerend convergeerend worden gemaakt, en wel zóó dat zij binnen in het oog aan of in den eindtoestel zich tot beelden der voorwerpen vereenigen.

Dit nu kan in sommige gevallen reeds op voldoende wijze geschieden door de naar buiten gekeerde oppervlakten der kristalstaafjes, die altijd min of meer bol zijn. Gemeenlijk echter geschiedt zulks door een afzonderlijk daarvoor bestemd deel, een lens, welke op zekeren afstand vóór den eindtoestel is geplaatst en het licht daarop concentreert. Zulk een lens bestaat altijd uit eene het licht sterk brekende zelfstandigheid, met bolle oppervlakten. Onder dien gemeenschappelijken naam van lens worden echter nog drieërlei, morphologisch geheel van elkander verschillende deelen begrepen, gelijk beneden nader blijken zal. Een ware, d. i. met die der Gewervelde dieren vergelijkbare, lens komt alleen bij de Weekdieren voor. Waar deze ontbreekt, kunnen andere deelen daarvoor in plaats treden, namelijk hetzij (bij vele Gelede dieren) lensvormige verdikkingen van het chitinebekleedsel, hetwelk zich over de voorvlakte van het oog als een soort van hoornvlies uitbreidt, en die men daarom hoornvlieslenzen noemt, of (bij lagere Gelede dieren en Wormen) de voorste gedeelten der kristalstaafjes, welke men met den naam van kristalkegels onderscheidt.

De drie genoemde bestanddeelen, — t. w. de eindtoestel die de aethertrillingen in lichtgewaarwordingen omzet en voortleidt, — het pigment dat de deelen van dien eindtoestel en hiermede tevens de daarin opgewekte trillingen van elkander ge-

scheiden houdt, — en eindelijk het een of ander vóór den eindtoestel geplaatste, doorschijnende lensvormige ligchaam, geschikt om de stralen tot beelden te vereenigen, — maken reeds een volkomen oog uit. Er kunnen zich wel is waar nog andere deelen daarbij voegen, die echter niet tot den noodzakelijken optischen toestel behooren, en dan ook in de onderscheidene dierklassen, overeenkomstig het geheele maaksel en de levenswijze der dieren, velerlei wijzigingen aanbieden. Wij zullen deze derhalve beneden vermelden.

PROTOZOËN EN COELENTERATEN.

183. Wij zouden de Protozoën in dit overzigt geheel met stilzwijgen kunnen voorbijgaan, ware het niet dat bij eenigen (*Euglenidae*) uit de groep der *Infusoria flagellata* een of twee roode, tamelijk scherp begrensde pigmentvlekjes nabij het vooreinde voorkomen, die door sommigen voor oogvlekjes gehouden zijn. De waarheid is dat ons elk middel ontbreekt om uit te maken in hoeverre die vlekjes, welke uiterst klein zijn en waaraan men geenerlei bijzondere structuur kan onderscheiden, gevoeliger voor het licht dan andere deelen der ligchaamsoppervlakte zijn.

Wat de Coelenteraten betreft, zoo ontbreken ook gezigtsorganen in dezelfde groepen (*Anthozoa*, de voedsters der *Hydrozoa*), bij welke tot dusverre geen zenuwstelsel is aangewezen. Daarentegen worden bij de vrij levende geslachtsdieren, de Medusen, alsmede bij de *Ctenophora*, deelen aangetroffen die met meer of minder regt aanspraak op den naam van oogen kunnen maken. Reeds boven (bl. 618) is gezegd, dat er ten aanzien der randligchaampjes aan het scherm der lagere Medusen nog twijfel kan bestaan, of zij den dienst van gehoororganen of dien van gezigtsorganen doen; doch die twijfel houdt op bij de hoogere Medusen, waar die randligchaampjes de zetel van beiderlei soort van organen zijn. De oogjes vertoonen zich hier

als halfbolvormige pigmenthoopjes, waaruit een glashelder bol- of lensvormig ligchaampje puilt.

Ook bij de Ctenophoren komen twee paren, ter weerzijde van het gehoorzakje, aan de trechterpool op kleine verhevenheden geplaatste pigmentvlekjes voor, in elk van welke EIMER (bij *Beroë)* een lensvormig ligchaampje waarnam 1).

ECHINODERMEN.

184. Ware oogen zijn alleen bij de Asteriden bekend 2). Zij staan hier nabij de spits der armen, aan de ondervlakte, aan het einde der ambulacraalgroeve. Elk oog vertoont zich als een kleine, door een kort steeltje gedragen, papil, die bij onderscheidene soorten eene verschillende gedaante heeft en herkend wordt aan de talrijke, kleine, roode of bruinroode pigmentvlekjes, welke aan de oppervlakte verstrooid staan. De buitenvlakte van de oogpapil wordt overdekt door de zeer dunne en doorschijnende huid, welke hier den dienst van een hoornvlies doet. De genoemde pigmentvlekken zijn de buitenste grenzen van min of meer regelmatige kegel- of trechtervormige pigmenthulsels, die elk een buitenwaarts bol zeer doorschijnend en week kristalligchaam bevatten. Inderdaad naderen deze oogen zeer tot de beneden nader te beschrijven, zoogenaamde zamengestelde oogen van sommige Wormen en Gelede dieren. Men kent echter het verband niet, waarin de kristalkegels tot de zenuw staan. Deze laatste is niet anders dan een tak van den radialen zenuwstam (bl. 565), die zich aan haar uiteinde in twee takjes splitst, waarvan het eene zich in den reeds boven (bl. 593) vermelden voeler, het andere in den steel der oogpapil voortzet. Beiden zijn hol, even als de radiale zenuwstam zelf.

---

1) *Zoologische Studien bei Capri*, Leipzig 1873, p. 73.

2) E. HAECKEL in *Zeit. f. wiss. Zoologie* 1860, X p. 183; C. METTENHEIMER in *Abhandl. d. Senkenbergischen naturf. Gesells.* Bd. III en *Archiv f. Anat. u. Phys.* 1862 p. 210; R. GREEFF in *Sitzungsber. d. Gesellsch. z. Beförder. d. ges. Naturw. zu Marburg* 1871 No. 1; C. K. HOFFMANN, *Niederl. Archiv f. Zoologie*, 1873 Bd II p. 10.

Bij de Echiniden komen, tusschen de genitaalplaatjes, aan den top van elk ambulacraalveld, kleinere plaatjes voor, die elk van een klein pigmentvlekje voorzien zijn (fig 54 bl. 63). Vermoedelijk is elk zoodanig vlekje een rudimentair oog, ofschoon men er tot dusver geene lichtbrekende ligchaampjes in heeft waargenomen. Dit vermoeden wordt versterkt doordat de plaatsen, waar die oogvlekjes voorkomen, morphologisch geheel beantwoorden aan die, waaraan bij de Asteriden de oogen worden aangetroffen.

Aan de basis der voelers van eenige Holothurien, bepaaldelijk der Synapten, bevinden zich ook tamelijk scherp begrensde pigmentvlekjes, die men desgelijks, ofschoon op nog minder afdoenden grond, oogvlekjes heeft genoemd.

Weekdieren.

185. In de klasse der Bryozoën worden gezigtsorganen geheel gemist. Ook bij de Brachiopoden ontbreken zij, tenzij een paar door Fr. Müller aan de larve waargenomen, op het centraaldeel des zenuwstelsels gelegen, pigmentvlekjes als zoodanig moeten geduid worden.

Daarentegen worden bij vele Tunicaten meer of minder ontwikkelde oogen aangetroffen. Alle soorten van Salpen hebben een bol- of peervormig ligchaampje, dat door een zeer kort steeltje met het centraalganglion verbonden is en zich daarop, als ware het eene uitstulping daarvan verheft (fig. 406 bl. 660). Daarin bevindt zich een roodachtig of zwartachtig pigment, hetwelk, bij de niet tot ketens vereenigde individu's, eene van voren geopende, hoefijzervormige gedaante heeft, maar bij de tot ketens vereenigde Salpen onderscheidene vormen vertoont en bij eenigen *(Salpa pinnata* en *S. mucronata)* in drie hoopjes verdeeld is, die dan elk als een enkel oog kunnen worden beschouwd. Een daaruit puilend, maar nog door de inwendige huid als een horologieglas overdekt lensachtig ligchaampje, dat echter bij

eenigen sporen eener zamenstelling uit staafjes vertoont, bewijst dat hier een waar gezigtswerktuig bestaat.

Met minder zekerheid kan een rood vlekje achter aan het ganglion van *Pyrosoma* als een oogvlekje worden beschouwd.

Onder de Ascidien zijn er verscheidene (*Cynthia*, *Phallusia* e. a.) die oogjes of oogvlekjes, ten getale van 8, aan de buccaalopening, en ten getale van 6, aan de cloacaalopening bezitten. Van het bij de Ascidienlarven voorkomende, vermoedelijke gezigtsorgaan, dat in de holte der zoogenaamde hersenblaas puilt, is reeds boven (bl. 622) gewag gemaakt.

186. In de overige klassen der Mollusken, de *Otocardii*, zijn, met uitzondering der Pteropoden, oogen schier algemeen verbreid, en hoewel zij in grootte, plaats, en ook in de bijzonderheden van het maaksel nog velerlei verschillen aanbieden, die ten deele onderscheidene ontwikkelingstrappen vertegenwoordigen, zoo is daarin toch een algemeen doorloopend plan herkenbaar. Oppervlakkig beschouwd schijnt dit plan nagenoeg gelijk aan dat wat in het oog der Gewervelde dieren verwerkelijkt is; bij nadere beschouwing blijkt echter dat er zeer wezenlijke verschillen bestaan.

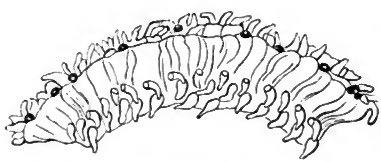
In het algemeen zijn de oogen der Lamellibranchiën, der Gasteropoden en der Cephalopoden bol- of eivormig 1). Zij bevatten doorgaans een lens, een daarachter geplaatst glasvocht en een uit twee hoofdlagen zamengesteld netvlies. De voorste of binnenste dezer lagen is de staafjeslaag; de achterste bestaat uit cellen en de daarin uitloopende eindvezelen der gezigtszenuw. Beide deze lagen zijn gescheiden door eene pigmentlaag, welke zich bij velen nog iets voorbij de grenzen van het netvlies voortzet tot over de plaats waar de aequator der lens gelegen is. Aan deze hecht zij zich als een *corpus ciliare*, waardoor een soort van

1) De eerste beschrijving van een Mollusken-oog, dat van *Helix pomatia*, in de hoofdpunten juist, is door SWAMMERDAM gegeven in zijnen *Bijbel der natuur*, bl. 106.

iris ontstaat. Deze is soms in den omtrek der pupil levendiger gekleurd dan het meer binnenwaarts gelegen gedeelte der pigmentlaag. Deze iris en pupil zijn echter niet geheel vergelijkbaar bij de iris en pupil der Gewervelde dieren, daar eene chorioidea en hare voortzetting, de iris, en tevens eene voorste oogkamer altijd ontbreken.

Deze oogbol ligt nu hetzij (bij Lamellibranchien en Gasteropoden) in eene holte der zelfstandigheid zelve van den huidspierzak en vult deze holte geheel, zoodat de wand van den oogbol door die zelfstandigheid zelve wordt daargesteld, waarbij het voorste gedeelte, alleen uit de daar ter plaatse zeer dunne en doorschijnende opperhuid bestaande, zich als een hoornvlies (*cornea*, *pellucida* van Hensen) over dit gedeelte van den oogbol uitbreidt, — of wel (bij de Heteropoden en de Cephalopoden) de oogbol heeft een eigen wand en ligt min of meer vrij in eene oogkapsel of oogholte (*orbita*). Een minder wezenlijk verschil, dat dan ook bij overigens na verwante dieren kan voorkomen, is dat het oog bij eenigen op gelijke hoogte met de ligchaamsoppervlakte ligt, bij anderen daarentegen door een steel (ommatophoor) gedragen wordt, die al of niet terugtrekbaar of voor uit- en instulping geschikt is.

Fig. 425.



Mantelzoom met voelers en oogen van *Pecten*.

Bij de Lamellibranchien staan de oogen, meestal op kortere of langere, terugtrekbare steeltjes, hetzij — bij diegene welke eenen openen mantel hebben, — in groot aantal langs de mantelranden, tusschen de voelers verspreid, of, — namelijk bij

diegenen, waar de mantel van sipho's is voorzien, — aan de openingen van dezen. In het laatste geval (de meeste *Dimyaria*) zijn de oogen klein, niet zelden tot enkele oogvlekjes herleid, en ontbreken dikwerf geheel. Daarentegen zijn zij betrekkelijk groot bij eenige *Monomyaria* met openen mantel, vooral bij de soorten der geslachten *Pecten* en *Spondylus;* ook *Tridacna* heeft groote oogen; onder de Siphoniden zijn het inzonderheid de soorten van *Pholas*, die goed ontwikkelde oogen aan de openingen der sipho's hebben.

Het maaksel dezer oogen, voor zoo ver het bij eenige soorten van *Pecten* en *Spondylus* nader heeft kunnen onderzocht worden 1), is in het algemeen het boven geschetste. Het glasligchaam schijnt echter te ontbreken of althans zeer klein te zijn, zoodat de lens bijna onmiddellijk op het netvlies rust. (KEFERSTEIN, HENSEN). De zich naar de oogen begevende zenuwen zijn takjes van de mantelzenuw, en wel, bij de *Monomyaria*, van de mantelrandzennw. Hoewel nu de mantelzenuw uit het tritoganglion ontspringt, zoo treedt zij door takken in verband met het protoganglion (bl. 519), en zoo zoude het mogelijk kunnen zijn, dat de vezelen der gezigtszenuwen zich toch naar dit laatste begeven.

Fig. 426.



Oog van *Pecten*; vergroot; *n* zenuw.

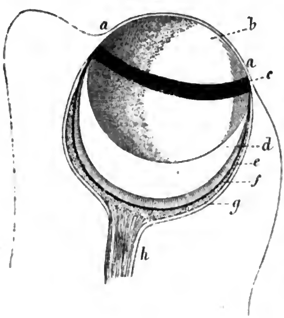
Eene andere eigendommelijkheid dezer zich van de mantelrandzenuw naar de oogen begevende gezigtszenuwen is dat elk zich, kort voor den oogbol te bereiken, in twee takjes splitst, waarvan het eene dezen aan de basis intreedt, terwijl het andere zich zijdelings om de onderste helft van den oogbol heen ombuigt, om dien dan op een meer naar voren gelegen punt binnentetreden en aan de vorming van het netvlies deel te nemen (fig. 426).

1) Inzonderheid door: GARNER in *Transact. of the Linnean Soc.* 1837. Vol. XVII p. 488; KROHN in *Archiv f. Anatomie u. Physiologie* 1840, pag. 831; WILL in FRORIEP's *Neue Notizen*, 1844 XXIX pag. 81 en 99; DELLE CHIAJE in *Miscellanea anatomico-pathologica*, Napoli 1847. T. II p. 86; W. KEFERSTEIN in *Zeits. f. wiss. Zool.* 1863. Bd. XII. p. 133; V. HENSEN ibid. 1865. Bd. XV. p. 220.

In de overige klassen bedraagt het getal der oogen steeds slechts een enkel paar, dat aan den kop geplaatst is. Zij ontbreken echter bij eenige Opisthobranchiën uit de familien der *Dorididae*, *Tritoniadae* en *Acera*, althans in den volwassen toestand. Ook bij het meerendeel der Pteropoden komen geene oogen voor, of deze zijn zeer klein en rudimentair.

Daarentegen worden (met uitzondering van *Chiton*) oogen nimmer gemist bij de Prosobranchiën; bij *Strombus*, *Pterocera*s e. a. bereiken zij zelfs eene betrekkelijk aanmerkelijke grootte. Steeds bestaat er een zeker verband tusschen de voelers en de oogen. In zeer vele gevallen staan deze aan de buitenzijde der eersten, aan of nabij de basis, soms hooger *(Tritonidae)*; in andere, b. v. bij *Strombus*, staan zij op een steel die met den voeler een gemeenschappelijken stam heeft; in nog andere (bij *Trochus*, *Turbo*, *Paludina* e. a.) zijn zij op afzonderlijke oogstelen achter de voelers geplaatst, hetgeen leidt tot die Pulmonaten *(Helix*, *Limax*, *Arion* enz.), welke schijnbaar vier voor uit- en instulping geschikte voelers hebben, waarvan de achterste de oogen dragen. Deze voelers zijn hol tot nabij de plaats, waar de oogen gelegen zijn; hunne uitstulping geschiedt door indrijving van het ligchaamsvocht, d. i. van het bloed van het dier, terwijl voor de instulping een bijzondere spier, *musculus retractor*, dient.

Fig. 427.



Doorsnede van een Gasteropoden-oog, met behoud van de lens met het *corpus ciliare*. Vergroot.

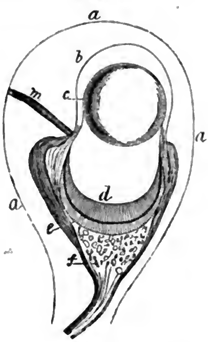
a a hoornvlies; *b* lens; *c* *corpus ciliare*; *d* glasvocht; *e* staafjeslaag van het netvlies; *f* pigmentlaag; *g* buitenste laag van het netvlies; *h* gezigtszenuw.

In al zulke gevallen, waar de oogen op stelen

geplaatst zijn, kunnen zij tegelijk met dezen in verschillende rigtingen worden gekeerd. Daar bovendien de zelfstandigheid van den huidspierzak den oogbol van alle zijden omhult, zoo kan, door zamentrekking der spierlaag van eerstgenoemden, waardoor eene drukking wordt teweeggebragt, de vorm van de lens en van den geheelen oogbol min of meer gewijzigd worden. Hierdoor kan het oog zich naar den afstand der voorwerpen accommodeeren.

Eenigzins anders is het bij de Heteropoden. Deze hebben in het algemeen groote, naast de voelers geplaatste oogen, doch elk oog ligt in een soort van oogholte of kapsel, gevormd door de over den oogbol blaasachtig uitgestrekte en zeer doorschijnende huid (fig. 428). In die holte, welke met het inwendige van den huidspierzak door eene opening gemeenschap heeft, treedt bloed, dat derhalve den oogbol van alle zijden, alleen met uitzondering van de plaats van intreding der gezigtszenuw, omgeeft. Deze laatste zwelt op dit punt nog tot een ganglion aan. De oogbol heeft eene minder regelmatige gedaante dan bij de Gasteropoden (fig. 427). De achterste afdeeling puilt buiten de voorste min of meer uit, ten gevolge eener plaatselijke verdikking van het netvlies en van het buitenste hulsel aldaar, hetwelk gevormd wordt door het neurileem der gezigtszenuw. De voorste afdeeling, die de bolvormige lens bevat, wordt overwelfd door een eigen hoornvlies, dat derhalve niet vergelijkbaar is bij het hoornvlies der Gasteropoden, waaraan veeleer het voorste gedeelte van de oogkapsel beantwoordt. Van den binnenwand der oogkapsel strekt

Fig. 428.



Oog van *Pterotrachea* in doorsnede. Vergroot.

a a a oogkapsel; *b* hoornvlies; *c* lens; *d* staafjeslaag van het netvlies; *e* cellenlaag van het netvlies; *f* ganglion der gezigtszenuw *g*; *m* oogspier.

zich naar den oogbol op de hoogte der lens eene spier uit, waardoor de oogbol binnen in de kapsel kan bewogen worden. Deze spier is blijkbaar het homologon van den *musculus retractor* der Pulmonaten en heeft alleen hare plaats veranderd. Het hoofdverschil tusschen den hollen oogsteel van dezen en de oogkapsel der Heteropoden bestaat hoofdzakelijk daarin, dat de holte zich tot over de voorvlakte van den oogbol voortzet.

Het fijnere maaksel der deelen van het oog der Gasteropoden en der Heteropoden is reeds het onderwerp van vele onderzoekingen geweest 1). Wij stippen daaruit het volgende aan.

De lens bestaat uit eene homogene zelfstandigheid, met min of meer duidelijke concentrische lagen. Het schijnt, volgens eene waarneming van Leydig bij *Paludina*, dat zij uit eene enkele cel ontstaat, rondom welke, als middelpunt, zich vervolgens nieuwe lagen afzetten 2). Eene lenskapsel ontbreekt altijd.

Het glasvocht, ofschoon desgelijks homogeen en meestal zeer vloeibaar, vertoont soms eene fijne streping (Hensen). Bij eenigen omhult ook een zeer dun laagje daarvan de voorvlakte der lens.

Het netvlies bestaat uit twee hoofdlagen, de buitenste en de binnenste, die door de pigmentlaag gescheiden zijn (fig. **427** en fig. 428). De buitenste laag is zamengesteld uit verlengde, cy-

---

1) Men zie hierover: Krohn in *Archiv f. Anat. u. Phys.* 1837 p. 482 en in de *Nova acta Acad. Caes. Leop.* 1842 Bd. XIX p. 44; R. Leuckart, in *Zoologische Untersuchungen*, H. 3, Giessen 1854; C. Gegenbaur, in *Untersuchungen über die Pteropoden u. die Heteropoden*, Leipzig 1855; F. Leydig in *Lehrbuch der Histologie* 1857 p. 256, in *Zeits. f. wiss. Zoologie* II. p. 149, en in *Archiv f. mikrosk. Anat.* 1865 B. I p. 54; W. Keferstein in *Nachrichten d. Ges. d. Wiss. zu Göttingen*, 1864 No. 11, en in Bronn's *Klassen u. Ordnungen*, Bd. III. 2te Abth. p. 824 en 1202; Babuchin, *Sitzungsberichte der Kais. Akad. in Wien*, Juni 1865; V. Hensen in *Zeits. f. wiss. Zool.* 1865 Bd. XV p. 211 en *Archiv f. mikrosk. Anat.* 1866 Bd. II p. 398; Max Schultze in *Archiv f. mikrosk. Anat.* 1869 Bd. V p. 1.

2) De structuur der lens herinnert geheel die van den raadselachtigen kristalsteel in den blindzak der maag van de Lamellibranchien, die een afscheidingsprodukt van het maagepithelium is. Verg. bl. 271. Vermoedelijk is de lens eene dergelijke binnenwaartsche afscheiding van het opperhuidsepithelium. Intusschen biedt deze beschouwing nog bezwaren aan, vooral bij de Heteropoden.

linder-, kegel- of spoelvormige cellen, elk met een groote kern, die zich aan haar buiteneinde voortzetten in een of meer zeer dunne varikeuze vezelen, welke vermoedelijk met de vezelen der gezigtszenuw zamenhangen. Aan haar binnenwaarts gekeerd einde bevatten deze cellen het pigment, dat zich, omdat al de binneneinden der cellen nevens elkander op gelijke hoogte gelegen zijn, als eene bijzondere laag vertoont, welke aan haar voorrand rondom de lens een soort van *corpus ciliare* vormt. Op dit binnenwaarts gelegen gedeelte der cellenlaag rust de staafjeslaag. Zeer fijne haarachtige verlengselen der zenuwcellen dringen tusschen of in de staafjes door. Deze laatsten zijn cylindrisch, betrekkelijk lang, vooral bij de Heteropoden, en vertoonen dikwijls een rooskleurige tint, alsmede bij laatstgenoemden eene regelmatige dwarse streping (MAX SCHULTZE), hetgeen op eene zamenstelling uit zeer dunne plaatjes duidt, even als ook aan de netvliesstaafjes van eenige Gewervelde dieren is waargenomen.

Wat de morphologische beteekenis dezer deelen aanbelangt, zoo schijnt de cellenlaag der retina als een gewijzigd opperhuids-epithelium en de staafjeslaag als een secretieprodukt daarvan te moeten worden beschouwd. Zij kan dan als eene cuticulaire vorming worden opgevat. Nog zij hier opgemerkt dat de pigmentlaag, ofschoon dikwijls *chorioidea* genoemd, in werkelijkheid iets anders is dan datgene wat men in het oog der Gewervelde dieren met dien naam bestempelt, welker chorioidea wezenlijk nog uit twee lagen bestaat, die elk voor zich hare eigene ontwikkeling hebben (verg. Dl. II 2de Afd. bl. 694). Slechts de eene dezer lagen, namelijk die van het pigment-epithelium, kan geacht worden aan de cellenlaag der retina van de Gasteropoden en Heteropoden te beantwoorden.

187. Ofschoon in eenige hoofdpunten van het maaksel met de oogen der andere Mollusken overeenstemmende, verschilt toch het oog der Cephalopoden, bepaaldelijk dat der Dibranchiaten daarvan door zijne meerdere zamengesteldheid, waardoor

het schijnbaar tot dat der Gewervelde dieren nadert, hoewel het zich inderdaad daarvan nog meer dan de oogen van andere Weekdieren verwijdert.

In tegenstelling met dat der Dibranchiaten, is daarentegen het oog der Tetrabranchiaten, d. i. van *Nautilus*, uiterst eenvoudig van maaksel en vertegenwoordigt tot op zekere hoogte den embryonalen toestand van het oog van eerstgenoemden.

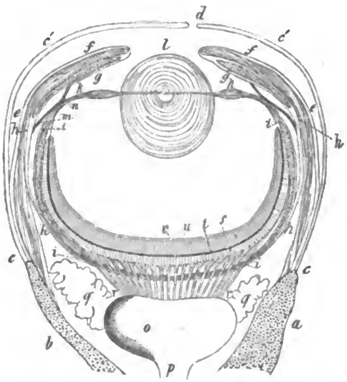
Om zich eene goede voorstelling van het Cephalopoden-oog te vormen, moet men elke vergelijking met het oog der Gewervelde dieren laten varen 1). Zulke vergelijkingen, waarbij morphologisch geheel verschillende deelen met dezelfde namen worden bestempeld, leiden ligtelijk tot verwarring, temeer dewijl de uitkomsten van zulk eene vergelijking verschillen, al naar gelang van het standpunt waarvan men uitgaat. Zoo b. v. spreekt het van zelf dat, wanneer men den geheele oogtoestel van een Cephalopood als beantwoordende aan den oogbol van een Gewerveld dier beschouwt, men de hierbij gebruikelijke benamingen van *sclerotica*, *cornea*, *chorioidea*, *iris*, aan geheel andere deelen geven zal dan wanneer men alleen zijn binnenste gedeelte als den eigenlijken oogbol, de overige, dezen van buiten omgevende, omhulsels als deelen van een oogkapsel erkent. Dit laatste standpunt nu schijnt, in weerwil dat beide deelen in zamenhang zijn, het eenige juiste en bij de beschrijving te moeten worden in acht genomen.

De oogkapsel ligt bij de Dibranchiaten binnen in eene holte, waaruit alleen de voorvlakte van het oog naar buiten puilt. De

1) De eerste, voor een deel zeer juiste beschrijving van het oog van *Sepia officinalis* gaf SWAMMERDAM in zijnen *Bijbel der natuur* Deel II bl. 893. In den nieuweren tijd zijn het oog der Cephalopoden en zijne deelen onderzocht en beschreven door: CUVIER in zijne *Mém. pour servir à l'histoire et l'anatomie des Mollusques*, Paris 1817; DUGÈS, *Traité de Physiologie comparée* T. I. p. 317; OWEN in *Cyclopaedia of Anat. a. Phys.* 1836 I p. 551; KROHN in *Nova acta Acad. Caes. Leop.* 1835, XVII. 1 en 1842 XIX 2; H. MÜLLER, *Zeits. f. wiss. Zool.* 1853 III p. 345; LANGER in *Sitzungsber. d. k. Akad.* 1850 V p. 488; VINTSCHGAU Ibid. 1853 p. 943; BABUCHIN in *Würzb. Naturw. Zeits.* V p. 127; HENSEN in *Zeits. f. wiss. Zool.* 1865 XV p. 155; MAX SCHULTZE in *Archiv f. mikr. Anat.* 1869 V p. 1; HOFFMANN in *Niederl. Archiv. f. Zool.* 1872 1 p. 8.

gedaante der oogkapsel (fig. 429) is in het algemeen die van een min of meer peervormig hulsel, dat aan zijne binnenzijde uitgaat van de zijdelingsche komvormige uitsteeksels van het kopkraakbeen (*a*) en van de blad- of lancetvormige oogdek-kraakbeenderen (*b*), waar deze voorhanden zijn (bij de Decapoden, verg. bl. 105).

Fig. 429.



Schematische voorstelling van het oog van *Sepia* in doorsnede. Dubbele grootte.

a zijdelingsch uitsteeksel van het kopkraakbeen; *b* oogdek-kraakbeen; *c c* buitenste vlies van de oogkapsel; *c' c'* zijn doorschijnend gedeelte (*cornea*); *d* kleine opening daarin; *e e tunica argentea externa*; *f f iris*; *g g* iriskraakbeen; *h h h h tunica argentea interna*; *i i i i* kraakbeenig hulsel van den oogbol; *k k suspensorium lentis*; *l* lens; *m musculus retractor suspensorii*; *n musculus protractor suspensorii*; *o lobus opticus*; *p* steel van den *lobus opticus*; *q q* wit ligchaam; *r r* gezigtszenuwen; *s* celvezelenlaag van het netvlies; *t* pigmentlaag; *u* staafjeslaag; *v* grensvlies.

Dit hulsel omgeeft nu niet alleen den eigenlijken oogbol, maar ook het daarachter gelegene, zoogenaamde *ganglion opticum.* Dit *ganglion opticum* (*o*), hetwelk in omvang de geheele cen-

trale zenuwmassa overtreft, en vanwaar een aanmerkelijk getal van dunne zenuwen (*r r*) uitstralen en den oogbol binnentreden, is echter geene aanzwelling van de zoogenaamde gezigtszenuw maar een deel van het protoganglion zelf, een *lobus opticus*, en het gewoonlijk gezigtszenuw genoemde deel (*p*) is de steel (*crus*), waardoor dit met het overige van het protoganglion verbonden is. Het achterste gedeelte van de oogkapsel is derhalve wat men bij een Gewerveld dier eene voortzetting der schedelholte zoude noemen. In den omtrek van den *lobus opticus* is nog eene witte, klierachtige massa (*q q*) gelegen, doorgaans eenvoudig als het witte ligchaam onderscheiden, waarvan men de eigenlijke beteekenis nog niet kent, maar dat, als een soort van kussen, den oogbol en den *lobus opticus* steunt en in zooverre eenigermate de rol van een vetligchaam vervult.

De wand van deze oogkapsel is zamengesteld uit drie hoofdlagen. De buitenste (*c c*), gewoonlijk, — hoewel ten onregte, — *sclerotica* of *sclera* genoemd, hangt met de binnenwaarts gelegene slechts van achteren zamen. Naar buiten toe verwijderd zij zich daarvan en wordt tevens aan de voorvlakte van het oog geheel doorschijnend, zoodat zij daar ter plaatse tot eene *cornea* wordt (*c′ c′*), welke echter met het aldus genoemde deel van het oog der Gewervelde dieren geenszins homoloog mag worden geacht. Bij eenige weinige soorten uit de groep der Octopoden is deze *cornea* geheel gesloten en overwelft zij aldus eene soort van voorste oogkamer. Gewoonlijk echter is daarin eene opening (*d*), die bij eenigen (sommige Octopoden en de *Myopsidae* onder de Decapoden) zeer klein en moeijelijk waarneembaar, bij anderen (*Oigopsidae*) daarentegen zeer aanmerkelijk is, zoodat in sommige gevallen het grootste gedeelte der *cornea* geheel ontbreekt en de lens buitenwaarts uitpuilt, terwijl, ook dan wanneer dit laatste niet het geval is, toch nog het zeewater door de opening heen de verkeerdelijk zoogenaamde voorste oogkamer binnentreedt en de voorvlakte der lens bespoelt.

Aan den rand der *cornea* buigt zich bij eenigen de huid tot

een plooi om, hetzij alleen van onderen (b. v. bij *Sepia*) of kringsgewijze rondom het geheele oog (bij vele Octopoden). Deze plooijen stellen oogleden daar, en daar zij zamentrekbaar zijn, kunnen zij in het laatste geval zich over de voorvlakte van het oog uitbreiden en dit sluiten.

Tegen het buitenste hulsel aan, maar daarvan, gelijk gezegd is, voorwaarts gescheiden door eene ruimte, die eene voortzetting der voorste oogkamer is, legt zich nu een vlies (*ee*), dat, uit hoofde zijner zilverachtige kleur, den naam van *tunica argentea externa* heeft ontvangen. Meer binnenwaarts volgt daarop een dergelijk vlies (*h h*), *t. argentea interna* genoemd. Beide deze vliezen zijn van elkander gescheiden door eene laag van overlangs loopende spiervezelen en bindweefsel en stellen in werkelijkheid een enkel zamenhangend vlies daar, dat aan den voorrand omgeplooid is. De rand van de kringvormige plooi (*ff*), de zoogenaamde *iris*, waarin ook nog een dunne kraakbeenring (*g g*) bevat is, strekt zich tot voor de voorvlakte der lens (*l*) uit, met openlating eener wijde opening of pupil voor toegang van het licht. Vandaar dat de genoemde beide vliezen (*argentea externa et interna*) door sommigen voor de *chorioidea* zijn gehouden, waarmede zij echter, als buiten den eigenlijken oogbol gelegen, niet mogen vergeleken worden.

De *tunica argentea interna* slaat zich aan haar achtereinde binnenwaarts om en wordt tot buitenste hulsel van den eigenlijken oogbol. De *tunica argentea* in haar geheel, d. i. *externa* en *interna* te zamen, vormen dus een soort van draagtoestel, een *suspensorium*, waardoor de oogbol met het buitenste vlies van de oogkapsel in verband wordt gebragt en in de holte van deze op zijn plaats gehouden, als het ware gedragen in den door de *argentea interna* gevormden zak.

Tegen de binnenvlakte van dat gedeelte der *argentea interna* hetwelk den oogbol van achteren bekleedt, is een kraakbeenige plaat (*i i i i*) gelegen, welke zich tot voorbij den aequator van den oogbol uitstrekt en aan haar achterste gedeelte een zeer groot

getal van kleine openingen heeft, waardoor de gezigtszenuwen (*r r*) naar binnen treden. Op de hoogte van den aequator des oogbols is deze kraakbeenplaat het dikst, zoodat dit gedeelte zich als een ring vertoont, door HENSEN de aequatoriaalring genoemd. Zij herinnert dergelijke, tot steun dienende toestellen, die ook in de *sclerotica* der oogen van vele Gewervelde dieren (Vogels, Schildpadden, Visschen) aanwezig zijn. (Verg. Dl. II, 2de Afd. bl. 517). Van den voorrand van den aequatoriaalring ontspringt eene hoofdzakelijk uit bindweefsel zamengestelde laag, welke zich binnenwaarts ombuigend tot een *suspensorium* der lens (*k k*) wordt. Op de hoogte waar deze binnenwaartsche ombuiging begint, bevindt zich eene kringvormige, door LANGER ontdekte spier (*m*), welke zich in achterwaartsche rigting van het *suspensorium lentis* naar de binnenvlakte der *argentea interna* uitstrekt. HOFFMANN heeft een tweede dergelijke spier (*n*) gevonden, maar die in tegengestelde rigting van het suspensorium naar het iriskraakbeen gaat. Het is duidelijk dat door de werking dezer spieren het suspensorium met de lens achter- of voorwaarts kan worden bewogen en zoo het oog voor verschillende afstanden geaccomodeerd.

Het door ons *suspensorium lentis* genoemde deel, vroeger ten onregte als het homologon van het *corpus ciliare* der Gewervelde dieren beschouwd en door HENSEN *corpus epitheliale* genoemd, is een kringvormige plaat, welke plaatselijk verdikt en als een halskraag geplooid is en zich niet tot aan, maar tot in de lens als een soort van tusschenschot voortzet, zoodat beiden een zamenhangend geheel uitmaken. Aan de zamenstelling van dezen merkwaardigen draagstoestel der lens nemen bindweefsel, spiervezelen, vaten en zenuwen deel, terwijl de oppervlakte met een epithelium van zeer eigendommelijk maaksel is bekleed. Het bestaat namelijk uit groote, ronde cellen, met zeer lange, dunne, vezelachtige uitloopers, die volgens de meeste waarnemers (H. MÜLLER, VINTSCHGAU, HENSEN) binnenwaarts naar de lens toegekeerd zijn en zelfs daarin dringen, zoodat het

al den schijn heeft dat de lens door deze vezelen wordt opgebouwd en dat dit epithelium de *matrix* der lens zoude zijn. HOFFMANN daarentegen vond dat die uitloopers zich juist in tegengestelde rigting, d. i. buitenwaarts uitstrekken en vermoedt eenen zamenhang met zenuwvezelen, in welk geval dit epithelium met waarschijnlijkheid als een eindtoestel van eigendommelijke zintuigzenuwen zoude kunnen beschouwd worden.

De lens zelve heeft eene eironde gedaante, en hare langste as ligt in de as van het oog. Zij wordt door het bovengenoemde tusschenschot in twee ongelijke helften verdeeld, waarvan de voorste de kleinste is. Beide helften bestaan uit concentrische lagen.

De daarachter gelegen oogkamer is met een vloeibaar glasvocht gevuld.

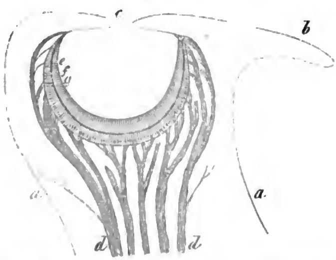
Het netvlies bekleedt het achterste drie-vierde gedeelte dezer oogkamer en bestaat, even als in de oogen van andere Mollusken, uit twee hoofdlagen (*u* en *s*), namelijk de staafjeslaag en de cel-vezelenlaag (*stratum epitheliale* en *stratum conjunctivum* van HENSEN). Op de grens van beide lagen bevindt zich de pigmentlaag (*t*), die echter dikwerf plaatselijk zeer dun is of zelfs ontbreekt. De staafjeslaag wordt aan de binnenvlakte overdekt door een zeer dun glashelder grensvlies *(membrana limitans s. hyaloidea).* De staafjes zelve zijn niet zelden rooskleurig en bevatten ook aan hun binneneinde nog eenig pigment. Zij verschillen in zoo verre van de staafjes in het netvlies van andere dieren, dat zij zich niet laten isoleeren. Inderdaad hangen zij dan ook onderling door uitspringende kanten zamen. Ook is hunne gedaante niet rond maar min of meer vierkant, met ingebogen randen, waardoor kanaalachtige tusschenruimten tusschen de elkander begrenzende staafjes ontstaan. Bij zeer sterke vergrooting vertoonen zij eene zeer fijne overdwarse streping, welke eene zamenstelling uit uiterst dunne plaatjes aanduidt (MAX SCHULTZE).

Aan de buiteneinden der staafjes sluiten zich lange, cylinder- of spoelvormige cellen, de zoogenaamde staafjesvezelen, welker buiteneinden zich verdeelen in een aantal zeer fijne, min of meer

varikeuze vezelen, die waarschijnlijk zich in de dunne zenuwvezelen der volgende, daartegen aan gelegen laag voortzetten. Deze cellen vertoonen zelve eene overlangsche streping, alsof zij uit fijne vezels zijn zamengesteld, en uit haar pigmenthoudend binneneinde treden deze te voorschijn als uiterst dunne lange haartjes, die zich in de kanalen tusschen de staafjes uitstrekken (MAX SCHULTZE). De laatste uiteinden der zenuwvezelen schijnen dus als het ware in door de staafjes gevormde scheeden besloten te liggen.

Het oog van *Nautilus* verschilt zeer van dat der Dibranchiaten. Het vertoont zich als een rondachtig, van voren afgeplat ligchaam, dat geplaatst is op een korten, dikken steel, onder het achterste gedeelte van den kopkap. Naar beneden toe heeft het

Fig. 430.



Schematische voorstelling van het oog van *Nautilus* in doorsnede. HENSEN gevolgd.

a a oogsteel; *b* vliezige zoom van het oog; *c* pupil; *d d* gezigtszenuwen; *e* staafjeslaag; *f* pigment; *g* celvezelenlaag van het netvlies.

een huidzoom, een soort van uitpuilende lip of kraag (fig. 430 *b*). De buitenvlakte is plat, met eene opening, de pupil. Deze geleidt in eene komvormige holte, welker achtervlakte bekleed is met een netvlies, dat nagenoeg geheel hetzelfde maaksel heeft als dat van andere Cephalopoden. Eene lens ontbreekt echter geheel,

en evenzoo het glasvocht; het zeewater, dat door de zoogenaamde pupil treedt, vult de holte en komt in onmiddellijke aanraking met het netvlies. Naar dit laatste begeven zich talrijke zich vertakkende gezigtszenuwen, welke ontspringen uit den dikken stam of, juister gezegd, uit den *lobus opticus*, welke bij dit dier niet, gelijk bij andere Cephalopoden, door een steel met het protoganglion zamenhangt (verg. bl. 532) maar kort en cylindrisch is en daarom gewoonlijk *nervus opticus* genoemd wordt.

WORMEN.

188. De uit zoo velerlei uiteenloopende diervormen bestaande afdeeling der Wormen verloogchent ook haar karakter niet in de gezigtsorganen, welke vele der daaronder gerangschikte soorten bezitten. Deze vertoonen allerlei graden, van bloote oogvlekjes af tot geheel ontwikkelde oogen toe, welke zich eensdeels aan die der Mollusken, anderdeels aan die der Gelede dieren sluiten. Echter bereiken de oogen der Wormen nooit zulk een hoogen trap van ontwikkeling als bij vele soorten der beide laatstgenoemde afdeelingen. Eigenaardig is ook de plaats, welke de oogen bij sommige Wormen innemen, en die somtijds op grooten afstand van het vooreinde des ligchaams verwijderd is, zonder dat men daarom met zekerheid beweren kan dat de daarheen gaande gezigtszenuwen niet, even als elders, uit het protoganglion ontspringen.

Oogen schijnen alleen in de orde der Cestoden geheel gemist te worden. Onder de Trematoden zijn er echter eenigen die twee *(Amphistoma clavatum)* of vier *(Dactylogyrus)* oogvlekjes of kleine oogjes bezitten. Bij laatstgenoemd geslacht komt daarin zelfs een het licht brekend ligchaampje (een kristalkegel of lens) voor. Vele Cercarien, d. i. vrij levende larvenvormen van Trematoden, bezitten ook een of twee oogvlekjes.

In de orde der Turbellarien zijn de oogen tamelijk verbreid, hoewel altijd zeer klein. Bij de Rhabdocoelen zijn er gewoonlijk twee, soms vier, op de bovenvlakte van het ligchaamsvooreinde.

Onder de Dendrocoelen, inzonderheid onder de grootere in zee levende Planarien, zijn er die een merkelijk grooter aantal bezitten (fig. 375 bl. 545). Dikwijls zijn het bloote oogvlekjes, maar niet zelden puilt buiten het pigment een kristalhelder ligchaampje uit, dat hetzij een lensje of een kristalkegeltje is. Evenzoo is het met de oogen der Nemertinen, bij welken het kopeinde meestal van een zeker aantal pigmentvlekjes voorzien is, waarheen zenuwen uit den zenuwknoop stralen (fig. 376 bl. 546) en waarin, althans bij enkelen (*Tetrastemma*, *Polia*, *Nemertes*), kristalligchaampjes zijn waargenomen.

Eigendommelijk zijn de oogen der Hirudiniden. Zij staan aan het kopeinde, ten getale van 2 (*Clepsine bioculata*), 8 (*Nephelis*, *Trocheta*) of 10 (*Haemopis*, *Hirudo*, *Bdella*). *Piscicola* heeft er 4 aan het vooreinde en nog 10 aan de achterste zuignap. Volgens Leydig 1) stemmen deze deelen in maaksel overeen met de tevens voorkomende, reeds boven (bl. 611) vermelde bekervormige organen en verschillen daarvan alleen door de pigmentophooping. Een het licht brekend ligchaampje, dat als lens of kristalkegel zoude kunnen geduid worden, ontbreekt. In den bodem der bekervormige holte treedt een zenuw, omgeven van cellen; de zenuw, de as van het bekertje inkomende, geraakt tot in den ingedeukten mond des bekers en eindigt daar te midden van eigendommelijk gewijzigde epidermiscellen. Ofschoon men nu uit dit afwijkend maaksel ligtelijk besluiten zoude dat de zoogenaamde oogen der Bloedzuigers derhalve geen gezigtsorganen zijn, zoo zoude zulk een besluit toch voorbarig zijn. Het zoude namelijk zeer wel kunnen zijn, dat bij hen een netvlies in rudimentairen toestand, maar toch vatbaar voor een lichtindruk bestaat. Reeds boven (bl. 624) is gezegd dat de deelen van het netvlies zich bij de Ongewervelde dieren uit het opperhuids-epithelium ontwikkelen. Dat een lens in een waar oog kan gemist worden, bewijst *Nautilus* (bl. 660).

1) *Archiv f. Anat. u. Physiol.* 1861 p. 588.

In het algemeen staan de orden der Coelelmiën, wat den graad van ontwikkeling der gezigtszintuigen betreft, boven die der Plerelmien. Echter ontbreken oogen bij verscheidenen, die hetzij een parasitisch leven leiden of zich in gangen in den bodem ophouden. Zoo hebben de Acanthocephalen geene oogen. Ook bij *Balanoglossus* worden zij gemist, even als bij het groote meerendeel der Nematoden. Alleen eenige vrij levende soorten *(Enoplidae)* zijn in het bezit daarvan.

Peripatus heeft twee aan de basis der voelers geplaatste enkelvoudige oogjes.

Sagitta is desgelijks in het bezit van twee achter aan den kop geplaatste oogjes, waarin eenige duidelijke, straalsgewijs geplaatste kristalkegels waarneembaar zijn.

Of de bij eenige Sipunculiden boven den slokdarmring waargenomen pigmentvlekjes gezigtszintuigen zijn, is hoogst onzeker. Zij kunnen echter als overblijfsels beschouwd worden der vier duidelijkere oogvlekjes, die deze dieren in den larventoestand bezitten. Bij andere Gephyreën kent men dergelijke deelen niet.

Onder de Chaetophoren worden bij de Oligochaeten in het algemeen de oogen gemist. Anders is het bij het meerendeel der Chaetopoden. Bij de meesten staan twee of vier oogjes onmiddellijk op het protoganglion, overdekt door de huid (fig. 379 bl. 552). Soms vertoont zich het oog enkel als eene pigmentophooping, die echter scherp begrensd is; dikwijls echter puilt daaruit een helder kristalligchaampje naar buiten, een lens of veeleer een kristalkegel. Zijn er vier zulke van kristalkegels voorziene oogen aanwezig, dan staan niet zelden twee voor- en twee achterwaarts gerigt. Ook komt het geval voor, (b. v. bij *Pholoë synophthalmica*, volgens CLAPARÈDE) dat de oogen van elk paar onderling versmelten, zoodat twee harer kristalligchamen, een buitenwaarts en een achterwaarts gerigt, uit eene gemeenschappelijke pigmentmassa puilen. Dit is eene eerste toenadering tot de zamengestelde oogen. Zoo is het ook bij *Polyophthalmus*, waar drie oogen aan den kop voorkomen,

waarvan het middelste drie, de beide zijdelingsche twee kristalligchamen bevatten. Bij de soorten van dit geslacht komt bovendien ter weerzijde aan elk ligchaamssegment een enkelvoudig oog voor. Reeds hieruit blijkt dat eenige Chaetophoren, behalve aan het kopeinde, ook nog op andere plaatsen des ligchaams van gezigtszintuigen kunnen voorzien zijn. Bij *Fabricia* staan oogen, die zelfs grooter zijn dan de aan den kop geplaatste, aan het achterste ligchaamssegment. Deze Wormen bewegen zich dan ook met het staarteinde vooruit. Het tot de *Sabellidae* behoorende geslacht *Branchiomma* heeft een groot getal oogen aan de kieuwen (fig. 431). Zij nemen bij onderscheidene soorten eene nog eenigzins verschillende plaats in, hetzij aan het einde van elken kieuwrank of op eenigen afstand daarvan. Deze oogen bestaan uit pigmentkussentjes, waaruit een groot aantal van nevens elkander gelegen kristalligchaampjes puilen. Deze zijn kegelvormig, met bolle buitenvlakken en aldaar bedekt met eene doorschijnende cuticula. Het zijn derhalve zamengestelde oogen, welke tot die der Gelede dieren naderen.

Fig. 431.



Uiteinde van een kieuw van *Branchiomma Köllikeri*, met een zamengesteld oog. Naar Claparède.

Wat het fijnere maaksel der oogen van de Chaetopoden aanbelangt, zoo staat aan het onderzoek daarvan meestal de kleinheid dezer oogen zeer in den weg. Alleen bij de soorten van de familie der *Alcyopina* veroorloven de twee buitengewoon groote, ter weerzijde van den kop geplaatste oogen zulk een nader onderzoek 1). Dit heeft geleerd dat het oog omhuld wordt door een eigen vlies, eene *sclerotica*, welke aan de voorvlakte zich tot eene eenigzins gewelfde, doorschijnende *cornea* verheft, waar tegen aan eene bolvormige lens is gelegen. Het zich aan de binnen-achtervlakte uitbreidende netvlies bestaat uit

1) Men zie hierover: Joh. Müller in *Annales d. sciences naturelles* 1831 Vol. XXII; Krohn in *Archiv f. Naturgeschichte* 1845 p. 179; Leydig in zijn *Lehrbuch der Histologie* 1857 p. 259, en Claparède, *Annélides du golfe de Naples*, Supplément, 1870 p. 109.

twee lagen, gescheiden door de roodbruine pigmentlaag, welke voorwaarts eene meer blaauwachtige kleur aanneemt en daar als een iris de lens omgeeft. De binnenste der beide netvlieslagen bestaat uit cylindrische staafjes. In hoofdzaak heeft dus dit oog dezelfde zamenstelling als dat der Gasteropoden en verwijdert zich zeer van dat der overige Wormen, welker oogen over het algemeen meer tot die der volgende afdeeling naderen.

GELEDE DIEREN.

189. De oogen der Geledediercn, ofschoon, althans bij de hoogere vormen, even volkomene gezigtswerktuigen als de oogen der Weekdieren en der Gewervelde dieren, verschillen daarvan ten eenen male in het plan van bewerktuiging. Daarentegen naderen zij ten dien aanzien tot die van de meeste Wormen maar kunnen eenen hoogeren trap van ontwikkeling dan die van dezen bereiken. In dit opzigt bestaan trouwens in de zoo vormenrijke groep der Arthrozoën nog zeer uiteenloopende graden, gelijk beneden blijken zal.

In den regel zijn de oogen geplaatst aan den kop, of, waar deze als gescheiden ligchaamsdeel ontbreekt, aan den cephalothorax. Slechts in zeldzame gevallen, — bij Crustaceën der geslachten *Euphausia* en *Thysanopoda* uit de familie der Schizopoden, en bij *Pleuromma* uit de groep der Copepoden, — worden ook oogen aangetroffen aan de kaken en andere ledematen. Wat het getal aanbelangt, zoo zijn er wel is waar gevallen (*Cyclopinae*, *Calaninae* e. a), waarin slechts een enkel onparig in de middellijn geplaatst oog aanwezig is, doch eene vergelijking met andere verwante vormen leert dan dat dit oog moet worden beschouwd als samengesteld uit twee zeer digt tegen elkander aan geplaatste oogen. De regel is derhalve dat de oogen parig zijn. Dikwijls zijn er alleen twee oogen; zijn er meer, gelijk ook veelvuldig voorkomt, dan zijn de overigen kleiner en worden dan ook wel bij-oogen of oogjes (*ocelli*) genoemd. Tegenover deze vermenigvulding der oogen staat, dat

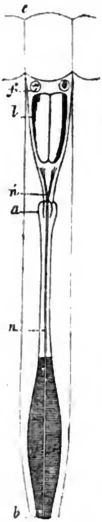
er ook soorten bestaan die gezigtszintuigen geheel missen. Zulke blinde soorten, welke overigens tot groepen behooren waarvan de meeste andere leden in het bezit van oogen zijn, worden aangetroffen in alle drie de klassen der Gelede dieren. In den regel zijn het zulke soorten, die hetzij een onderaardsch leven leiden, of holen bewonen, of eindelijk op zeer groote diepten in de zee leven, waartoe het licht nimmer toegang heeft. Bij soorten met polymorphe individu's, gelijk bij het geslacht *Termes*, kan het geval voorkomen dat eenige individu's goed ontwikkelde oogen bezitten, terwijl anderen blind zijn.

190. Het meest wezenlijk bestanddeel van het Arthrozoën-oog is het **kristalstaafje**. Bij de beschrijving daarvan zullen wij hoofdzakelijk uitgaan van de zamengestelde oogen der hoogere Crustaceën en Insekten, bij welken in elk der talrijke oogvakken zulk een kristalstaafje bevat is, dat uit hoofde zijner meerdere grootte beter voor een nader onderzoek geschikt is, dan de kristalstaafjes der oogen van eenvoudiger maaksel, die bij Arachnoiden, larven van Insekten, Myriapoden en lagere Crustaceën voorkomen 1).

---

1) De literatuur van dit onderwerp is zeer rijk. De voornaamste schrijvers, die meer o minder belangrijke bijdragen tot de kennis van het oog der Gelede dieren hebben geleverd, zijn de volgende: MARCEL DE SERRES, *Mémoire sur les yeux composés et les yeux lisses des Insectes*, Montpellier 1813; G. TREVIRANUS in zijne *Vermischte Schriften anatomischen und physiologischen Inhalts*, Göttingen 1816, Bd. I p. 65, Bd. III p. 150; SÖMMERING, *De oculorum hominis animaliumque sectione horizontali*, Göttingen 1818; JOH. MÜLLER, *Zur vergleichenden Physiologie des Gesichtssinnes des Menschen und der Thiere*, Leipzig 1826 p. 305; A. BRANTS in *Tijdschrift voor natuurlijke geschiedenis en physiologie*, 1837 IV p. 135, 1843 X. p. 12; 1845 XII p. 233, en in *Versl. en Mededeel. d. Kon. Akad. v. Wetens.* 1855 III p. 1; WILL, *Beiträge zur Anatomie der zusammengesetzten Augen*, Leipzig 1840, en in *Archiv f. Anat. u. Physiol.* 1843; GOTTSCHE in *Archiv f. Anat. u. Physiol.* 1852 p. 482; LEYDIG in *Archiv f. Anat. u. Physiol.* 1855 p. 406, in zijn *Lehrbuch der Histologie*, Frankfurt 1857, p. 253, in zijne *Naturgeschichte der Daphniden*, Tübingen 1860 p. 36, en *Das Auge der Gliederthiere*, Tübingen 1864; W. ZENKER, *Anatomisch-systematische Studien über Krebsthiere*, 1854. p. 30; C. GEGENBAUR in *Archiv f. Anat. u. Physiol.* 1858 p. 71, 82; RUETE, *Ueber die Einheit des Princips im Bau der Augen bei den verschiedenen Thierclassen, und besonders über das Sehen der Insecten mit polyedrischen Augen*. Leipzig 1861; F. DUJARDIN in *Annales d. sc. natur. Zoologie* 1867 5me sér. I p. 104; E. CLAPARÈDE in *Zeits. f. wiss. Zoologie* 1860 X p. 191

Fig. 432.



Een der oogvakken van *Geotrupes stercorarius*; *e* hoornvliesfacet; *s* SEMPERSCHE kernen; *l* kristalkegel; *a b* zenuwstaafje; *n* zenuwdraad in de as; *n'* zijne uitbreiding.

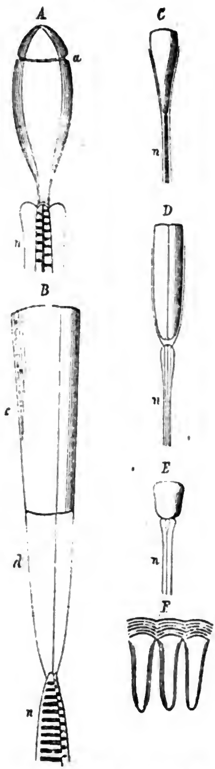
Een kristalstaafje (fig. 432) is zamengesteld uit twee regt achter elkander gelegen hoofddeelen: den kristalkegel en het zenuwstaafje.

De kristalkegel bestaat uit eene volkomen glasheldere zelfstandigheid, welke het licht meestal sterker breekt dan die van het zenuwstaafje. De zelfstandigheid des kristalkegels kan echter verschillende graden van vastheid en daarmede van lichtbrekend vermogen bezitten. Meestal is zij in den verschen toestand zeer week, zoodat zij aan drukking weinig weerstand biedt; doch er zijn ook gevallen (vooral onder de *Coleoptera)*, waarin die zelfstandigheid eene grootere vastheid heeft, welke zelfs tot die der chitine kan naderen. Somtijds, bepaaldelijk bij eenige Decapode Crustaceeën, bestaat de kristalkegel nog uit twee afdeelingen, waarvan de voorste het licht sterker breekt dan de achterste (fig. 433 volg. bl. A, B.).

Wat den vorm der kristalkegels aanbelangt, zoo kan men als een regel, waarop slechts weinige uitzonderingen voorkomen, stellen dat hunne buitenwaarts gekeerde oppervlakte bol is. De lichtstralen, welke hen binnentreden, worden derhalve con-

H. DOR in *Biblioth. univ. Archives des sciences physiques et naturelles* 1861 p. 328; C. CLAUS in *Die frei lebenden Copepoden*, Leipzig 1863, p. 44; HAECKEL in *Jenaische Zeits.* 1864 I p. 89; STEINLIN, *Beiträge zur Anatomie der Retina*, in *Verhandl. d. St. Gallischen naturforsch. Gesell.* 1865; LANDOIS in *Zeits. f. wiss. Zoologie* 1866 XVI p. 27; MAX SCHULTZE, *Untersuchungen über die zusammengesetzten Augen der Krebse und Insecten*, Bonn 1868; FR. BOLL in *Archiv f. Anat. u. Physiol.* 1871 p. 630; E. T. NEWTON in *Quarterly Journal of Microscopial Science*, October 1873 p. 325.

Fig. 433



vergerend. De mate dezer bolheid verschilt echter zeer en is, — wederom in het algemeen, — het grootst in die gevallen, waar daarvóór geene andere, beneden te vermelden deelen gelegen zijn, welke deze convergentie der lichtstralen reeds hebben teweeggebragt, voordat deze de voorvlakte der kristalkegels bereiken. Dat derhalve de kristalkegels tot op zekere hoogte den dienst van lenzen doen, al kan men hen geenszins geheel, noch uit een morphologisch noch uit een physiologisch oogpunt, met de aldus genoemde deelen in het oog der Weekdieren en der Gewervelde dieren vergelijken, valt niet te betwijfelen.

Overigens bestaan in de gedaante der kristalkegels bij onderscheidene soorten van Gelede dieren nog tamelijk groote verschillen (fig. 433). Geheel kegelvormig zijn zij eigenlijk nimmer. Meestal, bepaaldelijk in de zamengestelde oogen, hebben zij de gedaante van eene, doorgaans

Verschillende vormen van kristalkegels. Met uitzondering van F, naar MAX SCHULTZE.
A van *Carcinus moenas*, *a* ringvormige groeve in den kristalkegel.
B van *Astacus fluviatilis*, *c* voorste het licht sterker brekende afdeeling van den kristalkegel; *d* zijne achterste afdeeling;
C van *Pieris brassicae*;
D van *Sphinx convolvuli*.
E van *Musca vomitoria*;
F met de hoornvliesfacetten vergroeide kristalkegels van *Lampyris splendidula*;
n in A, B, C, D, E, vooreinde van het zenuwstaafje.

vier-, zeer zelden zeshoekige, piramide, die hetzij tamelijk spits toeloopt, of tot den cylindervorm nadert. Dikwijls vertoont de kristalkegel overlangs loopende groeven, gewoonlijk vier, en dan is noch de voor- noch de achtervlakte een eenvoudig bolsegment, maar integendeel uit aaneen gevoegde segmenten zamengesteld. Voorts kan ook de verhouding der breedte tot de lengte zeer verschillen; tegenover gevallen waarin de kristalkegel eenen zeer gerekten vorm heeft, zoodat de breedte verscheidene malen in de lengte begrepen is, staan andere, waarin de lengte de breedte slechts weinig overtreft; en wanneer dan, gelijk in de oogen van sommige lagere Crustaceën, slechts een enkele zoodanige kristalkegel aanwezig is (fig. 435, B, C, bl. 675), die eene ongeveer peervormige gedaante heeft, dan kan men in bedenking staan, of men dezen niet veeleer een lens zoude noemen

Toch zoude dit onjuist zijn. Gelijk reeds boven gezegd is, sluit zich namelijk aan elken kristalkegel achter-, d. i. binnenwaarts, een tweede deel, het zenuwstaafje. In verreweg de meeste gevallen is dit echter geene regtstreeksche voortzetting van den kristalkegel maar bestaat er tusschen het achtereinde van dezen en het vooreinde van het zenuwstaafje eene kleine, met vocht gevulde tusschenruimte. Er zijn evenwel eenige gevallen vermeld, welke doen zien dat er op dit voor de theorie van het zien der zamengestelde oogen gewigtige punt nog eenige onzekerheid bestaat. Volgens Leydig zoude bij eenige *Orthoptera* de zelfstandigheid der kristalkegels zich regtstreeks in die van het zenuwstaafje voortzetten, en Gegenbaur en Claparède namen hetzelfde waar bij een paar Amphipoden *(Hyperia, Typhis)*.

Ook het zenuwstaafje biedt, ten aanzien zijner gedaante en betrekkelijke lengte, eenige verschillen aan. Zijne breedte is steeds geringer dan die des kristalkegels, althans dan diens vooreinde. Gewoonlijk, doch niet altijd, overtreft het dezen in lengte. Zijne typische gedaante is die van een lang vierzijdig prisma, en niet zelden kan men daaraan nog eene zamenstelling uit vier, soms acht (Max Schultze) overlangs met elkander vereenigde deelen

herkennen, die aan het vooreinde zich in vier lobjes scheiden en in de as eene ruimte openlaten, welke den zenuwdraad bevat. Niet altijd echter is het zenuwstaafje overal van gelijke dikte; bij de Kreeften is het spoelvormig, en bij de Nachtvlinders en de meeste Kevers is het aan zijn achterste gedeelte tot een dergelijk spoelvormig ligchaam verdikt (fig. 432 bl. 667). Dikwijls vertoont het zenuwstaafje eene licht rooskleurige tint, even als ook vaak eigen is aan de netvliesstaafjes van andere dieren.

Het zenuwstaafje bestaat niet uit eene zoo volkomen homogene zelfstandigheid als de kristalkegel. Bij Decapode Crustaceën vertoont het reeds bij eene matige vergrooting eene zamenstelling uit plaatjes van een zekere dikte, die afwisselend in de elkander begrenzende afdeelingen van het staafje geplaatst zijn (fig. 433 A en B). Tusschen deze dikkere plaatjes duidt eene nog veel fijnere en alleen bij zeer sterke en scherpe vergrooting zigtbare streping eene zamenstelling van elk lid uit een aantal nog veel dunnere plaatjes aan (Max Schultze).

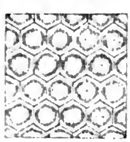
Ook bij verscheidene Insekten is zulk eene fijne streping aan de zenuwstaafjes waargenomen, hetzij over hunne geheele lengte *(Libellula)* of aan hun verdikt achtereinde (Leydig, Max Schultze). De waarschijnlijkheid is er voor dat, waar deze streepjes niet zigtbaar zijn, dit alleen aan de onvolkomenheid der tegenwoordige waarnemingsmiddelen moet worden geweten.

Binnen in dit zenuwstaafje nu is een fijne zenuwvezel of een bundeltje van eenige zenuwvezelen bevat, dat uit het *ganglion opticum* aan de basis van het oog ontspringt, het dunne aldaar gelegen grensvlies *(membrana limitans)* doorboort en verder zijnen weg vervolgt in de as van het staafje tot vlak achter het binneneinde van den kristalkegel. Hoe de zenuwdraad aldaar eindigt, is, uit den aard der zaak, meestal moeijelijk uit te maken. Volgens waarnemingen van Max Schultze zoude echter, bij Vliegen en Nachtvlinders, de zenuwdraad op dit punt aangekomen, zich scheiden in eenige uiterst fijne eindvezeltjes, die aldaar het binnenste van den kristalkegel omvatten.

Beide, zoowel het zenuwstaafje als de kristalkegel, liggen besloten in een pigmenthulsel, dat zelve door een zeer teeder vlies begrensd is. Dit pigmenthulsel, zamengesteld uit deels tot fijne vezelen verlengde cellen, overdekt echter natuurlijk nimmer geheel de voorvlakte des kristalkegels, die er integendeel, inzonderheid wanneer die voorvlakte zeer bol is, vrij uit naar buiten puilt. Onder de Insekten zijn er echter (vooral onder de *Hymenoptera* en *Neuroptera)*, waar het pigment zich ringsgewijs rondom het buitenste gedeelte der voorvlakte van den kristalkegel uitbreidt, indiervoege dat alleen eene opening in het midden, als een soort van pupil, het licht doorlaat.

Ofschoon nu, gelijk boven gezegd is, de convergentie der lichtstralen in meerdere of mindere mate reeds door de bolle voorvlakte der kristalkegels kan worden teweeggebragt, zoo voegt zich hierbij in zeer vele gevallen nog eene andere inrigting, waardoor, even als door een ware lens, — die hier altijd ontbreekt, — een beeld van buiten het oog gelegen voorwerpen daarbinnen gevormd kan worden. Deze inrigting bestaat in eene lensvormige verdikking van de gewoonlijk hoornvlies *(cornea)* genoemde, zeer doorschijnende chitine-laag, welke, als een deel van het algemeene chitine-bekleedsel, zich over de plaats waar het oog zich bevindt, uitstrekt. Deze verdikking kan zoowel aan de buiten- als aan de binnenvlakte plaats grijpen, en dan is de hoornvlieslens biconvex, of alleen aan ééne der beide oppervlakten, doorgaans de binnenste, en dan is de lens planoconvex. Liggen een aantal zulke hoornvlieslenzen in elkanders onmiddellijke nabijheid (fig. 434), dan hebben zij, van boven gezien, geene ronde, maar eene zeshoekige, soms vierhoekige gedaante, en dan noemt men haar gewoonlijk hoornvliesfacetten.

Fig. 434.



Hoornvliesfacetten van het zamengestelde oog van een Insekt.

De afstand tusschen de bolle buitenvlakte des kristalkegels en de binnenvlakte van het

hoornvlies is alleen dan eenigzins aanmerkelijk, wanneer dit laatste niet in facetten verdeeld is. Zijn deze aanwezig, dan is die afstand altijd gering, en de tusschenruimte wordt ingenomen door eene laag van doorschijnend protoplasma met kernen (zie fig. 432 bl. 667). In het zamengestelde oog der Insekten, waar die kernen, gewoonlijk ten getale van 4, tusschen de achtervlakte van de hoornvlieslens en de voorvlakte des kristalkegels kruisgewijs gelegen zijn, worden zij, naar den ontdekker, de SEMPERsche kernen genoemd. Dit protoplasma met kernen is, in het wezen der zaak, niets anders dan de voortzetting derzelfde opperhuidslaag, der zoogenaamde *hypodermis*, die ook elders aan de binnenvlakte van het chitinebekleedsel bestaat en de *matrix* daarvan is (verg. bl. 138). Bij de vervelling wordt dan ook het hoornvlies mede afgeworpen, nadat zich vooraf een nieuw aan de binnenzijde gevormd heeft. Niet onwaarschijnlijk is het, dat de kristalkegel het produkt is der afscheiding van de binnenvlakte der hypodermis, even als het hoornvlies door hare buitenvlakte wordt afgescheiden, en dat de vierzijdige gedaante en zamenstelling des kristalkegels met de aanwezigheid der vier SEMPERsche kernen in verband staat. De onderzoekingen van CLAPARÈDE aan poppen van Vlinders en van Mieren hebben aangetoond, dat inderdaad zoowel de kristalkegel als het zenuwstaafje uit oorspronkelijk viervoudige deelen ontstaan. Het zenuwstaafje bestaat aanvankelijk uit vier spoelvormige cellen die, uitgroeijende, den van het *ganglion opticum* komenden zenuwdraad tusschen zich opnemen.

Het vermoeden dat de kristalkegel een secretieproduct der hypodermis is wordt versterkt door de omstandigheid, dat in eenige gevallen, namelijk bij eenige Kevers (b. v. *Dytiscus)* de kristalkegels zich met komvormige voorvlakten onmiddellijk tegen de binnenwaarts bolle hoornvliesfacetten aanleggen, en dat zelfs bij nog anderen *(Cantharis*, *Elater*, *Lampyris*, volgens LEYDIG en MAX SCHULTZE) de kristalkegels met de binnenvlakte der hoornvliesfacetten vergroeijen, terwijl hunne zelfstandigheid

dan evenals van deze chitineachtig wordt (fig. 433 bl. 668 F). Natuurlijk kan zoo iets echter alleen dan plaats grijpen, wanneer het dier zijnen vollen wasdom heeft bereikt en geene vervelling meer ondergaat. Deze gevallen wijzen als met den vinger aan dat de hoornvlieslens en de kristalkegel te zamen een dioptrisch geheel uitmaken.

De vraag of het oog der Gelede dieren zich door spierwerking overeenkomstig den afstand der voorwerpen accommodeeren kan, laat zich voor het oogenblik niet met zekerheid beantwoorden. Vroeger had WILL in het insekten-oog daartoe strekkende spiervezelen meenen te vinden; BRANTS toonde echter aan dat deze vermeende spiervezelen fijne tracheën waren, waaruit de lucht ontsnapt was. LEYDIG heeft later zeer dunne, uit een enkele dwarsgestreepte primitiefvezel bestaande spiertjes beschreven, welke van het achtereinde van het zenuwstaafje naar het hulsel van den kristalkegel gaan. Volgens het niet onwaarschijnlijke vermoeden van CLAPARÈDE heeft echter ook hier eene vergissing plaats gehad. Daar ter plaatse namelijk bevinden zich tot lange dunne vezelen uitgegroeide pigmentcellen, waarin de pigmentmoleculen op korte afstanden bevat zijn, hetgeen deze vezelen min of meer op dwarsgestreepte spiervezelen doet gelijken.

Daarentegen schijnt het ontwijfelbaar dat de mede door LEYDIG in het oog der Spinnen ontdekte, kringsgewijs in de buitenste pigmentlaag geplaatste spiervezelen werkelijk bestaan. De contractie der zoogenaande iris, welke gevormd wordt door de voorwaartsche uitbreiding der pigmentlaag, is gedurende het leven zigtbaar.

Bij de Insekten, Myriapoden en Arachnoiden zijn de oogen altijd onbewegelijk. Onder de lagere Crustaceën, met name onder de Copepoden en Branchiopoden, komen er echter voor, waar het oog binnen een door het hoornvlies overwelfdde ruime kapsel besloten ligt, en dan kan het oog zelf door spieren (vier of zes) binnen in die ruimte bewogen worden. Bij de hoogere Crustaceën, de *Podophthalmata*, zijn de oogen op door spieren bewegelijke stelen geplaatst.

Eindelijk stippen wij hier nog aan dat bij Insekten ook altijd tracheën in het oog dringen. Meestal splitsen zich deze in een zeer groot getal van zeer fijne takjes, die, rondom het achtereinde van het zenuwstaafje gelegen, dit als het ware met een steunenden koker omgeven. Bij eenige Insekten echter (*Diptera*, *Libellula*) zijn deze tracheëntakjes wijder, blinddarmvormig en dan ook minder talrijk. Zij strekken zich in gelijke rigting rondom het zenuwstaafje naar voren uit. Dit tracheënbekleedsel in den bodem van het oog is oorzaak van den eigendommelijken glans, als ware deze door een *tapetum* veroorzaakt, welke het oog van vele Insekten vertoont. Een dergelijke glans in den bodem van het oog van vele Spinnen wordt echter, volgens LEYDIG, door zeer dunne, kristalachtige plaatjes voortgebragt.

191. Uit het in de vorige paragraaf gezegde blijkt reeds dat de daarin beschreven bestanddeelen van het oog der Gelede dieren, in het algemeen, geenszins bij allen vereenigd worden aangetroffen. Bovendien kan het getal dier bestanddeelen zeer uiteenloopen, en zoo ontstaan verschillende gezigtswerktuigen, die dan eens zeer eenvoudig, dan weder zeer zamengesteld van maaksel zijn.

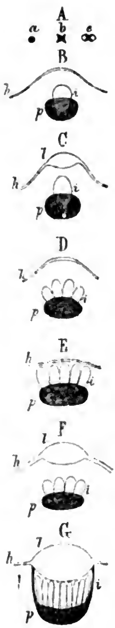
Men heeft dan ook reeds voorlang de oogen der Gelede dieren in enkelvoudige en zamengestelde onderscheiden. Eene nadere beschouwing leert echter dat zulk eene splitsing der oogen in twee klassen geheel onvoldoende is, en dat men integendeel eene reeks van graden in de zamengesteldheid van het oog der Gelede dieren moet aannemen.

Die graden zijn de volgende (fig. 435) :

I. Het oog kan alleen vertegenwoordigd zijn door een pigmentvlek (A *a* en *b*). Zoo is het bij het voorhoofdsoog der jongste larventoestanden van vele lagere Crustaceën. Gewoonlijk is deze pigmentvlek x-vormig, hetgeen reeds aanduidt dat die pigmentvlek uit twee zamengesmolten zijdelingsche helften bestaat, die elk aan een enkel oog beantwoorden. Dergelijke eenvoudige of

dubbele pigmentvlekken komen, gelijk reeds boven (bl. 662) gebleken is, bij vele Wormen voor en worden ook bij vele Rotiferen aangetroffen. Of binnen in de pigmentmassa nog een lichtbrekend ligchaampje voorhanden is, blijft meestal voor de waarneming verborgen. Is dit aanwezig, en treedt het buiten het pigmentvlekje te voorschijn, dan is het oog in den volgenden toestand overgegaan.

Fig. 435.



Schematische voorstelling van het oog van verschillende Gelede dieren.

a enkelvoudige pigmentvlek; *b* dubbele pigmentvlek; *c* dubbel voorhoofdsoog van *Cyclops*; *p* pigmentkussen; *i* kristalkegels; *h* hoornvlies; *l* hoornvlieslens.

II. Het oog bestaat alleen uit een enkel, altijd kort, kristalstaafje, welks buitenwaarts sterk bolle kristalkegel buiten het pigmenthulsel uitpuilt (B). Zulk een oog zit hetzij onmiddellijk op de bovenslokdarmknoop of is daarmede slechts door een zeer kort steeltje, een gezigtszenuw, verbonden. Het ligt dientengevolge verwijderd van het zich daarover uitstrekkend gedeelte van het chitine-bekleedsel, dat derhalve aan de zamenstelling van het oog geenerlei aandeel neemt.

Oogen van dit eenvoudige maaksel, die ook bij verscheidene Wormen voorkomen (bl. 663), worden aangetroffen bij vele Rotiferen, bij de larven der Crustaceën in den *Nauplius*-vorm, en bij vele Copepoden, hier echter meestal nog in gezelschap van andere iets meer zamengestelde oogen (IV of VI).

III. Het oog heeft hetzelfde maaksel als het vorige, maar daarvóór heeft zich het chitinebekleedsel tot een hoornvlieslens verdikt, die ongeveer even breed is als het vooreinde van den daarachter gelegen kristalkegel (C).

Oogen van dit maaksel worden ook in de orde der Copepoden aangetroffen, namelijk bij eenige Cyclopiden, maar inzonderheid bij Pontellinen en bij Corycaeiden.

Alleen de onder II en III vermelde vormen van oogen kunnen met volle regt enkelvoudige worden genoemd. De nu volgende hebben alle in meerdere of mindere mate aanspraak op den naam van zamengestelde oogen.

IV. Het oog (fig. 435 D) bevat een zeker aantal kristalstaafjes, die in eene gemeenschappelijke pigmentmassa nevens elkander zijn geplaatst en daaruit naar buiten puilen, maar het doorschijnende chitinebekleedsel, dat zich, op eenigen afstand van de voorvlakten der kristalkegels, daarover heen uitbreidt, is overal van gelijke dikte en neemt derhalve geen deel aan den optischen toestel. Het oog is in dit geval in eene eigene holte, een bloedsinus, gelegen en kan daarin door eigene spieren in verschillende rigtingen worden bewogen.

Oogen van dit maaksel, nog in zeer ongelijken graad van zamengesteldheid, wat het getal der kristalstaafjes betreft, worden, behalve bij onderscheidene Copepoden en Ostracoden, aangetroffen bij de Branchiopoden, zoowel bij de *Cladocera*, die één zoodanig groot oog dat in de middellijn aan den kop geplaatst is, als bij de *Phyllopoda*, die twee zijdelings geplaatste, soms (bij *Branchipus*, *Nebalia*) gesteelde oogen hebben. Bij eenige soorten dezer groepen nadert echter het oog digter tot het chitinebekleedsel, hetwelk dan op dat punt eene uitpuiling heeft, waarin de voorvlakte van het oog wordt opgenomen. Zoo ontstaat een overgang tot den volgenden vorm.

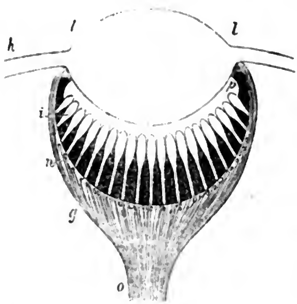
V. De zamenstelling van het oog (E) is als in IV, maar het zich daarvóór uitstrekkend gedeelte van het chitinebekleedsel is tot hoornvlies geworden en maakt als zoodanig een bestanddeel van het oog uit, zonder echter tot de beeldvorming mede te werken. Het heeft even zoo vele kom- of horologieglasvormige uitpuilingen als er kristalkegels zijn, welker voorvlakten daarin worden opgenomen. Zulk een oog is derhalve onbewegelijk.

Onder de Crustaceeën biedt *Argulus* er een voorbeeld van aan. De oogen der larven van de *Lepidoptera*, welker hoornvlies volgens Landois in drie komvormige deelen gescheiden is, in welker holten even zoo vele digt nabij elkander gelegen kristalkegels (door hem als deelen eener lens beschouwd) worden opgenomen, behooren ook daartoe. Voorts kunnen ook de oogen der Asteriden (bl. 645), die van *Sagitta* (bl. 663) en van *Branchiomma* (bl. 664) daartoe gerekend worden. Het hardere chitinevlies der Gelede dieren wordt hier echter door eene weekere cuticula vervangen.

VI. Vóór het als in IV zamengestelde oog heeft zich het chitinebekleedsel tot een enkele betrekkelijk groote lens verdikt (fig. 435 F). Op eenigen afstand daarachter ligt het, als in IV, door spieren bewegelijke oog, welks kristalkegels derhalve, die bovendien dikwijls ongelijk van grootte zijn, tegenover verschillende punten der hen in breedte overtreffende lens kunnen gebragt worden.

Deze inrigting komt voor aan de zijdelingsche oogen der Corycaeiden en aan het bovenste oogenpaar der Pontellinen.

Fig. 436.



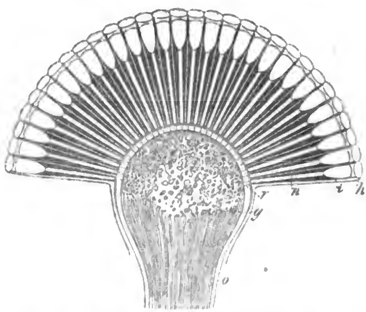
Oog van een Scorpioen, in doorsnede, schematisch. *h* chitinebekleedsel bezijden het oog; *ll* hoornvlieslens; *i* kristalstaafjes; *p* pigmentlaag aan den rand der hoornvlieslens; *o* gezigtszenuw; *g. ganglion opticum*; *n* cellenlaag.

VII. Als in VI, maar het oog is onbewegelijk, en de kristalkegels reiken tot aan of digt bij de binnenvlakte der hoornvlieslens (fig. 435 G en fig. 436). Bovendien strekt zich het pigment niet enkel tusschen de kristalstaafjes maar ook aan den buitenomtrek daarvan tot aan de ondervlakte der lens uit en vormt daar een soort van iris (*p*).

Dit is de algemeene inrigting van het oog der hoogere Arachnoiden, met name der Scorpioenen en der Spinnen, welker oogen in verschillend aantal aan den cephalothorax zijn geplaatst, alsmede die van de kleine, aan de boven-voorvlakte van den kop voorkomende bij-oogen van vele Insekten.

VIII. Aan elken kristalkegel beantwoordt ook eene hoornvlieslens 1). Deze lenzen staan, als meestal zes- of vierhoekige facetten, aan de oppervlakte van een bolsegment, en de kristalstaafjes, omgeven door pigment en eene vliezige scheede, zijn

Fig. 437.



Schematische voorstelling van een zamengesteld oog van een Insekt.

h hoornvliesfacetten of hoornvlieslenzen; *i* kristalkegels; *n* zenuwstaafjes; *r* in de zennwstaafjes tredende zenuwvezelen; *g ganglion opticum*; *o nervus opticus*.

---

1) De vraag zoude kunnen oprijzen, of niet, op grond der ontwikkelingsgeschiedenis (zie bl. 672), elk kristalstaafje in het zamengestelde oog van een Insekt moet beschouwd worden als beantwoordende aan vier enkelvoudige kristalstaafjes. In dit geval zoude het zamengestelde Insekten-oog inderdaad zijn waarvoor men het vroeger gehouden heeft, namelijk eene vereeniging van oogen van den typus VII, welke echter zelve reeds zamengesteld zijn. Wij moeten echter hiertegen opmerken, dat die zamenstelling uit vier deelen door Leydig (*Naturgeschichte der Daphniden* p. 37) ook bij de veel kleinere kristalstaafjes der Daphniden is waargenomen. Zij schijnt dus algemeen te zijn. Die zamenstelling wordt trouwens ook gevorderd door de theorie van het zien door de oogen der Gelede dieren, welke wij beneden geven zullen.

geplaatst in de rigting der stralen van den bol (fig. 437). Het geheele oog is derhalve in even zoo vele piramiedvormige vakken gescheiden als er hoornvlieslenzen zijn. Hiermede heeft het Anthrozoën-oog zijnen hoogsten trap van zamengesteldheid bereikt. Intusschen bestaan ook daarin nog aanmerkelijke verschillen. Terwijl het getal der oogvakken bij vele Decapode Crustaceën en Insekten verscheidene duizenden, — bij eene *Mordella*-soort zelfs ruim 25000, — bedraagt, daalt daarentegen dat getal bij *Formica* tot 50. In het algemeen klimt het getal met de grootte van het oog. Niet altijd echter sluiten zich de afzonderlijke vakken even digt aan elkander. Liggen dan, — gelijk bij sommige Isopoden, de mannetjes der *Strepsiptera*, sommige Boktorren *(Prionidae)*, — de hoornvlieslenzen op zekeren afstand van elkander, zoodat zij met hare gewelfde buitenvlakten zich als kleine, gescheiden, cirkelronde uitpuilingen vertoonen, dan heeft men zulke oogen ook wel *ocelli gregati* genoemd en daarin als het ware een tusschenvorm tusschen de zamengestelde en de enkelvoudige oogen gezien. Dat deze voorstelling niet geheel juist is, blijkt uit het gegeven overzigt, waaruit tevens volgt, dat zeer vele oogen, die men gewoonlijk enkelvoudige noemt, inderdaad als zamengestelde moeten worden beschouwd.

192. Eene in allen deele voldoende theorie van het zien door het oog der Gelede dieren is tot dusverre niet gegeven, in weerwil van de vele pogingen, welke daartoe sedert bijna eene halve eeuw zijn aangewend. Welligt is dit voor een deel het gevolg daarvan, dat men te uitsluitend de aandacht gevestigd heeft op de zamengestelde oogen der Insekten. Eene goede theorie moet natuurlijk ook de minder zamengestelde oogen omvatten, tot aan de eenvoudigste toe, waar het oog slechts bestaat uit een van pigment omgeven kristaalstaafje.

Joh. Müller verklaarde (in 1826) het zien door het zamengestelde oog der Insekten, door aan te nemen, dat al de lichtindrukken die op de uiteinden der zenuwstaafjes ontvangen

worden, zich tot een soort van mosaik vereenigen. Die indrukken dacht hij zich echter niet als beeldjes op een netvlies gevormd, maar alleen als onderling verschillende ten aanzien der verlichting 1), en gezamelijk eene voorstelling gevende van het voorwerp, waarheen de als de stralen van een bol geplaatste afzonderlijke oogvakken gerigt waren. Daar elk oogvak slechts een gedeelte van den gezigtskring omvat en bovendien elke hoornvliesfacet de van hetzelfde voorwerp uitgaande lichtstralen in eene verschillende rigting ontvangt, zoo kan men zich denken hoe al die bijzondere indrukken, door de gezigtszenuw als het ware tot een geheel vereenigd en naar het centraaldeel voortgeleid, aldaar de voorstelling van de buiten het oog gelegen voorwerpen doen ontstaan.

Regt duidelijk is dit intusschen geenszins. De analogie met het zien door het oog der Gewervelde dieren ontbreekt ten eenenmale. Hoe zonder een netvliesbeeld, waardoor een groot aantal verschillende kleine deelen (staafjes) getroffen worden, die elk voor zich een gedeelte van den indruk ontvangen en dezen als het ware ontleden, eene zoo scherpe gezigtswaarneming mogelijk is, als waarvan vele Insekten blijken geven, laat zich moeijelijk inzien. Intusschen had reeds veel meer dan een eeuw vroeger Leeuwenhoek 2) de waarneming medegedeeld dat, wanneer het hoornvlies van een Insekten-oog onder het mikroskoop wordt beschouwd, men achter elke facet een beeldje van eenig zich daarvoor bevindend voorwerp ziet. Hierdoor was het derhalve toen reeds uitgemaakt dat dit oog een dioptrisch werktuig is, even als andere oogen.

A. Brants bragt deze oude waarneming van Leeuwenhoek weder in herinnering en trachtte aan te toonen hoe, door de vereenigde werking van de hoornvlieslens en van den mede

1) „Die Insekten sehen weder nach dioptrischen, noch nach katoptrischen Gesetzen, sondern blos durch eine nähere Bestimmung der Beleuchtung." Zie *Vergl. Physiol. d. Gesichtssinnes*, p. 362.

2) In zijne 83ste *Missive geschreven aan de Koninklijke Societeit in Londen*, van 30 April 1694. Zie *Vierde vervolg der Brieven*, p. 722.

als lens werkenden kristalkegel, een beeldje op het daarachter gelegen uiteinde van elken zenuwvezel ontstaat. Uit zijne metingen van den brandpuntsafstand der hoornvlieslenzen van verschillende Insekten, in verband met de gedaante en de lengte der kristalkegels, besloot hij dat het eerste punt van kruising der lichtstralen in het voorste gedeelte van den kristalkegel valt en dat de van dit punt haren weg vervolgende stralen zich aan het einde van den kristalkegel, op het vooreinde van het zenuwstaafje, tot een regtstandig beeldje vereenigen 1).

Latere onderzoekers, GOTTSCHE, ZENKER, RUETE, DOR, kwamen in hoofdzaak tot hetzelfde besluit. Alleenlijk beweerde eerstgenoemde, op grond van waarneming der beeldjes aan nog met de kristalkegels bedekte hoornvliesfacetten, dat deze beeldjes niet regtstandig, maar, even als op het netvlies der Gewervelde dieren, omgekeerd zijn. De kristalkegels zouden derhalve ongeveer de rol van een glasvocht vervullen.

Dat door bolvormige oppervlakten begrensde hoornvliesfacetten en kristalkegels, hetzij elk voor zich of vereenigd, beeldjes kunnen gevormd worden, spreekt van zelf 2). Wanneer, gelijk in de boven (bl. 675 en 676) genoemde gevallen II, IV, V, een hoornvlieslens ontbreekt, kan de alsdan sterker bolle kristalkegel den dienst alleen doen.

Doch het is geenszins voldoende de mogelijkheid van zulk eene beeldvorming op het einde van het zenuwstaafje te hebben aangetoond. Zal een beeld daar iets anders doen dan eenvoudig eene lichtgewaarwording verwekken, zal namelijk het oog in staat zijn, kleur en gedaante der voorwerpen, vanwaar de lichtstralen uitgaan, waar te nemen, dan moet er een toestel voor-

---

1) BRANTS dacht zelfs een klein werktuig uit om zijne theorie te verzinnelijken. Het is beschreven en afgebeeld in het *Tijdschr. v. Natuurl. Geschied. en Physiol.* 1843 Dl. X p. 34, pl. I.

2) Dit feit bewijst dan ook op zich zelf niets voor de natuur der kristalkegels. Ook de staafjes in het netvlies der Gewervelde dieren vormen beeldjes. BOLL zag zulks aan het versche netvlies van *Triton cristatus* en MAX SCHULTZE aan dat eener slang. Zie *Arch. f. Anat. u. Phys.* 1871 p. 536. Zonder twijfel doen de van bolle voorvlakten voorziene staafjes van het Mollusken-oog hetzelfde.

handen zijn, die zelf uit een groot aantal kleine deelen bestaat welke, elk voor zich, eenen bepaalden indruk ontvangende en dien voortleidende, het beeld als het ware in zijne deelen ontleden, in dier voege, dat uit de vereenigde gewaarwording van al die bijzondere indrukken eene voorstelling van het buiten het oog gelegen voorwerp ontstaat. Zulk een toestel is, in het oog der Gewervelde dieren en der Mollusken, het netvlies met zijne zeer dunne en talrijke staafjes en daarmede zamenhangende cellen en fijne zenuwvezelen, welke laatste echter zelve ongevoelig voor het licht zijn.

Deze zwarigheid wordt niet opgeheven, wanneer men, op het voorbeeld van Leydig en anderen, de kristalstaafjes der Gelede dieren als geheel en al beantwoordende aan de elementen van de staafjeslaag in het netvlies der Gewervelde dieren beschouwt. Wel is waar zijn de hoornvliesfacetten aan de oppervlakte van een bol geplaatst, en ontvangt dus elke kristalkegel en het daarachter gelegen zenuwstaafje lichtstralen in eene iets verschillende rigting. Doch uit de geheele gedaante en plaatsing der oogvakken blijkt dat het gezigtsveld van elk oogvak zeer klein is en dat slechts een zeer gering getal van facetten te gelijkertijd stralen van een zelfde voorwerp kunnen doorlaten, die zich daarachter tot beelden vereenigen. Het laat zich moeijelijk inzien, dat aldus voorstellingen tot stand kunnen komen, die eenigermate overeenstemmen met de scherpte van het gezigtsvermogen der meeste Insekten. Ook zouden dan Insekten wier oogen slechts uit een zeer gering getal van facetten bestaan, gelijk b. v. die van een Mier, veel minder scherp moeten zien dan anderen, wier oogen er duizenden tellen. Dit nu wordt juist door de waarneming der levenswijze van zulke Insekten zeer onwaarschijnlijk gemaakt. Dat, bij zulk eene opvatting, het zien door oogen met een enkel kristalstaafje (II en III bl. 675) geheel onverklaard blijft, is duidelijk. Al erkent men dan ook, van uit het morphologische standpunt, eene genoegzame overeenkomst tusschen de kristalstaafjes in de oogen der Gelede dieren

en de elementen der staafjeslaag in het netvlies der Mollusken, om beiden voor, tot eene zekere hoogte, vergelijkbare deelen te houden, zoo kan beider verrigting toch geenszins geheel gelijk geacht worden.

Reeds boven (bl. 670) hebben wij vermeld dat Max Schultze bij eenige Insekten den zenuwdraad aan het vooreinde van het zenuwstaafje zich in eenige uiterst fijne vezeltjes zag splitsen. Het ligt voor de hand daarin een soort van netvlies te vermoeden. Evenwel bestaan daartegen ernstige bezwaren. Vooreerst zijn overal elders, voor zoover wij weten, de zenuwvezelen zelve ongevoelig voor het licht. In de tweede plaats komt zulk eene uitbreiding van fijne vezelen slechts bij uitzondering voor, en is het daarentegen veeleer regel dat de zenuwdraad stomp of met een knopje eindigt. Eindelijk laat zich op die wijze volstrekt geen rekenschap geven van de wijze waarop de gezigtsgewaarwording tot stand komt in die gevallen, waarin de kristalkegel en het zenuwstaafje een enkel zamenhangend geheel uitmaken (bl. 669), noch in andere, waar de oppervlakte van den kristalkegel niet uit een enkel maar uit vier bolsegmenten bestaat (bl. 669), dewijl alsdan ook het op het einde van den zenuwdraad gevormde beeldje viervoudig moet zijn en hierdoor een verwarde indruk zal ontstaan, tenzij er eene inrigting is, waardoor die beelden van elkander gescheiden worden.

Eene verklaring van het gezigtsvermogen der Gelede dieren kan onzes inziens alleen gegeven worden door daarbij het eerst door Leydig en vervolgens door Max Schultze bij verscheidene Insekten en Crustaceeën waargenomen fijnere maaksel der zenuwstaafjes te hulp te roepen (verg. bl. 670). Het zijn deze zenuwstaafjes, — niet de kristalstaafjes in hun geheel, — die geacht moeten worden aan de staafjeslaag in het netvlies van andere dieren te beantwoorden. Zeer waarschijnlijk zetelt in hen het vermogen om niet alleen de aethertrillingen in die eigenaardige moleculaire bewegingen omtezetten, waardoor de lichtgewaarwording ontstaat, maar tevens om den ontvangen

indruk in zijne deelen te ontleden, even als de netvliesstaafjes dit elders doen. Intusschen kan dit onmogelijk geheel op dezelfde wijze geschieden. Vooreerst bevindt zich in elk oogvak slechts een enkel zenuwstaafje, en ten tweede is dit noch achter, — gelijk bij de Gewervelde dieren, — noch vóór de zenuwvezellaag, — gelijk bij de Mollusken, — gelegen. De zenuwdraad of het bundeltje fijne zenuwvezelen is integendeel in de as van het staafje zelve bevat, of, juister gezegd, zij liggen tusschen de vier of acht afzonderlijke staafjes, waaruit elk zenuwstaafje eigenlijk geacht moet worden te bestaan. Deze vier staafjes zijn echter veel langer dan de netvliesstaafjes van andere dieren, en bestaan uit een veel aanmerkelijker getal van zeer dunne plaatjes dan in deze voorkomen. Aan deze vierdeelige zamenstelling der zenuwstaafjes beantwoordt eene desgelijks vierdeelige zamenstelling der kristalkegels, terwijl bovendien, althans in sommige gevallen (bij de Kreeften), ook de hoornvlieslenzen duidelijke sporen van eene dergelijke zamenstelling uit vier deelen vertoonen. De vóór het zenuwstaafje gelegen dioptrische toestel werkt derhalve niet als eene enkele lens, maar als eene vereeniging van vier lenzen, welker assen met elkander zeer scherpe hoeken maken, zoodat de stralenbundel, die op de voorvlakte der hoornvlieslens valt, hetzij reeds in deze of in den kristalkegel zich in vier stralenbundels scheidt, die elk eene iets verschillende rigting volgen. Let men nu op den loop, dien de lichtstralen in elk oogvak dientengevolge noodzakelijk moeten nemen, dan komt men tot het waarschijnlijke besluit dat niet de toppen der vier staafjes maar hunne binnenzijden door de zich vereenigende stralen, onder slechts zeer weinig van de normaal afwijkende hoeken, getroffen worden, met andere woorden, dat de beeldvorming niet geschiedt aan het vooreinde van het zenuwstaafje, maar langs de binnenkanten der staafjes, die als het ware een vierzijdigen koker rondom den zenuwdraad vormen. Natuurlijk zijn de aldaar gevormde beelden zeer sterk in de lengte gerekt en daardoor misvormd, doch bij

de buitenwaartsche projectie kunnen zich de verhoudingen herstellen, zoodat de juistheid der tot bewustheid gekomen voorstelling daaronder niet noodzakelijk behoeft te lijden. Trouwens in ons eigen oog is het op het netvlies gevormde beeld van eene geheel platte oppervlakte niet plat maar komvormig, en toch zien wij haar plat zoo als zij werkelijk is. Ook is het eigenlijk tamelijk onverschillig of de Gelede dieren de voorwerpen onder dezelfde gedaante zien als wij en andere dieren met een komvormig netvlies. De hoofdzaak is dat de ontvangen indrukken met genoegzame scherpte kunnen onderscheiden worden en afzonderlijk tot het bewustzijn geraken.

Indien de zaak zich inderdaad aldus toedraagt, dan laat zich bovendien inzien, hoe zulk een oog, ook zonder voor de accommodatie dienende spieren, — welker bestaan, gelijk wij boven (bl. 673) zagen, meer dan twijfelachtig is, — zoowel voor het zien van verwijderde als van digtbij zijnde voorwerpen geschikt is. De stralen, die van een op grooteren afstand gelegen voorwerp komen, zullen zich meer voor-, die van nabijgelegen voorwerpen verder achterwaarts vereenigen. Welligt hebben aldus de Insekten in hunne verdeelde zenuwstaafjes een soort van maatstokken, waardoor zij zich van de afstanden, waarop de voorwerpen geplaatst zijn, bewust worden.

Wij beschouwen derhalve elk oogvak van een zamengesteld oog als een op zich zelf volkomen gezigtswerktuig. Echter kan het niet anders of het gezigtsveld van elk oogvak moet zeer klein zijn, en wel des te kleiner naar mate het geheele oog grooter en de vakken talrijker en tevens langer zijn. Daar deze echter straalsgewijs zijn geplaatst, zoo heeft elk oogvak zijn eigen gezigtsveld, en al de gezigtsvelden te zamen vormen het gezigtsveld van het geheele zamengestelde oog. Men kan dit verzinnelijken door zich voortestellen dat een aantal tamelijk lange maar naauwe verrekijkers, elk met een klein gezigtsveld, als de stralen van een bol waren geplaatst. Ware het mogelijk door al de kijkers te gelijker tijd te zien, dan zoude uit de

aaneensluiting van al de kleine gezigtsvelden één groot gezigtsveld ontstaan. In het zamengestelde oog der Gelede dieren nu geschiedt die vereeniging van een aantal afzonderlijke gewaarwordingen tot eene enkele algemeene daardoor, dat uit elk oogvak een zenuwdraad zich naar het *ganglion opticum* en verder door de gezigtszenuw naar het protoganglion begeeft, waar al die afzonderlijke indrukken, tegelijkertijd tot het bewustzijn gerakende, tot eene enkele algemeene voorstelling zamensmelten.

Deze theorie schijnt ons toe geheel rekenschap te geven van de wijze van gezigtsgewaarwording der Gelede dieren. Niet alleen verklaart zij het zien door de zamengestelde, van hoornvlieslenzen voorziene oogen der Insekten en der hoogere Crustaceën, maar het laat zich ligtelijk inzien dat zij ook dadelijk toepasselijk is op de eenvoudigere oogen, zelfs op die waar het geheele oog uit een enkel pigmenthoopje met een daaruit puilenden kristalkegel bestaat.